



HODNOCENÍ KOMFORTNÍCH VLASTNOSTÍ MATERIÁLŮ URČENÝCH PRO VRSTVENÉ OBLEČENÍ

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing
Autor práce: **Simona Jarošová**
Vedoucí práce: Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.



EVALUATION COMFORT CHARACTERISTICS OF MATERIALS FOR LAYERING CLOTHING

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing - textile marketing
Author: **Simona Jarošová**
Supervisor: Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.



Zadání bakalářské práce

Název tématu:

Hodnocení komfortních vlastností materiálů určených pro vrstvené oblečení

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te literární rešerši požadavků a vlastností kladených na jednotlivé typy materiálů určených pro vrstvené oděvy. Zaměřte se na komfortní vlastnosti.
2. Proved'te měření vybraných komfortních vlastností, především paropropustnosti.
3. Proved'te statistické vyhodnocení dat. Výsledky jednotlivých typů materiálů porovnejte a diskutujte rozdíly.
4. Diskutujte výsledky experimentu v rámci teoreticky definovaných požadavků, zda je materiály splňují.

ČSN EN 31092 (80 0819) Textilie - Zjišťování fyziologických vlastností - měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou) (ISO 11092:1993). Český normalizační institut, Praha, stran 16, vydána 1996. Interní norma č. 23-304-01/01 Stanovení termofyziologických vlastností textilií. Výzkumné centrum Textil LN00B090 a TUL, Liberec, 2004.

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra hodnocení textilií

-

Liberci dne 5. května 2014

Žádám o změnu termínu odevzdání bakalářské práce z 19. května 2014 na 8. ledna 2015.

Důvod odkladu odevzdání: nesplnění podmínek k dokončení studia 2013/2014.

Děkuji za vyřízení.

Simona Jarošová

.....
podpis studenta

Vyjádření vedoucího práce:

.....
podpis vedoucího práce

Vyjádření vedoucího katedry:

.....
podpis vedoucího katedry

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Především bych chtěla poděkovat vedoucí práce Ing. Pavle Těšínové, Ph.D., za poskytnuté vzorky, potřebné rady a připomínky.

Na závěr bych chtěla poděkovat všem, kteří mě při psaní práce podporovali.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá oblastí komfortu pro vrstvené oblečení. V praktické části jsou zjišťovány parametry termofyziologického komfortu, význam paropropustnosti a prodyšnosti a popis přístroje Permetest. Experimentální část je zaměřena na popis vzorků a měření výparného odporu a paropropustnosti. Cílem této práce je zhodnocení naměřených výsledků.

KLÍČOVÁ SLOVA:

comfort, Permetest, zátěry, membrány, relativní paropropustnost, výparný odpor

ANNOTATION

Bachelor thesis deals with the comfort of layered clothing. In the practical part are measured parameters of thermal comfort, breathability and moisture permeability of the importance of a device description Permetest. The experimental part focuses on the description of sampling and measurement of evaporative resistance and moisture permeability. The aim of this work is to evaluate the measured results.

KAY WORDS:

komfort, Permetest, coating, membráně, relative water vapour permeability, absolute water vapour permeability

OBSAH

Úvod.....	10
TEORETICKÁ ČÁST	
1. Komfort.....	11
1.1 Termofyziologický komfort.....	11
1.1.1 Přenos tepla.....	12
2. Rozdíl mezi paropropustností a prodyšností.....	14
2.1 Paropropustnost.....	14
2.2 Prodyšnost.....	15
3. Hodnocení termofyziologických vlastností.....	16
4. Vrstvené oblékání.....	18
4.1 Transportní vrstva.....	18
4.2 Izolační vrstva.....	18
4.3 Ochranná vrstva.....	19
5. Zátěry a membrány.....	20
5.1 Zátěry.....	20
5.2 Membrány.....	21
5.3 Laminace.....	22
6. Rozdíl mezi softshellovým materiálem a vrchovým materiálem s membránou Gore-Tex.....	24
6.1 Softshellový materiál.....	24
6.2 Vrchový materiál s membránou.....	25
7. Přístroj Permetest.....	26
PRAKTICKÁ ČÁST	
8. Měření na přístroji Permetest.....	28
9. Popis vzorků.....	30
10. Diskuse výsledků.....	52
Závěr.....	54
Seznam použité literatury.....	55
Seznam obrázků.....	56
Seznam tabulek.....	56
Seznam rovnic.....	56

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A VELIČIN

MVTR	Moisture Vapor Transmission Rate
Ret	Výparný odpor [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}$]
P_m	Nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavičky [Pa]
P_a	Parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru [Pa]
p	Relativní propustnost textilií pro vodní páry
q_o	Tepelný tok procházející měřicí hlavicí nezakrytou měřeným vzorkem [W/m^2]
q_v	Tepelný tok procházející měřicí hlavicí zakrytou měřeným vzorkem [W/m^2]
R_{ct}	Tepelného odporu [$\text{Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}$]
t_m	Teplota povrchu měřicí hlavičky [$^{\circ}\text{C}$]
t_a	Teplota vzduchu proudícího kanálem podél měřicí hlavičky [$^{\circ}\text{C}$]
ZJ	Zátěžná jednolícnní pletenina
\bar{x}	aritmetický průměr
s^2	rozptyl
s	směrodatná odchylka
v	variační koeficient
h	tloušťka [mm]

Úvod

Bakalářská práce se zabývá měřením vlastností materiálů určených pro sportovní účely.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části je uvedena definice komfortu. Velmi důležitý je termofyziologický komfort, protože ovlivňuje pocity člověka při sportu. Zdali mu je teplo, zima nebo se příliš potí. Je zde uveden rozdíl mezi paropropustností a prodyšností, popis vrstev při vrstveném oblékání, zátěry a membrány. Dále je také uveden rozdíl mezi softshellovým materiálem a vrchovým materiálem s membránou Gore-Tex a popis přístroje Permetest, který byl použit v měření vlastností materiálů.

V praktické části je popis měření jednotlivých vzorků materiálu, postup a výsledky měření, které jsou pro lepší přehlednost zaznamenány do tabulek, grafů a dále vyhodnoceny.

Cílem této práce bylo zjistit, jestli materiál poskytuje dostatečnou paropropustnost a prodyšnost. Vzorky mají různé materiálové složení. Přesto všechny tyto materiály slouží k výrobě sportovních oděvů a měly by tedy poskytnout potřebný komfort.

TEORETICKÁ ČÁST

1. Komfort

Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Komfort vnímáme téměř všemi lidskými smysly kromě chuti. Především tedy hmatem, ale i zrakem, sluchem a čichem. [2, 7]

Při diskomfortu mohou nastat pocity tepla či chladu. Pocity tepla se dostavují při větším pracovním zatížení nebo při působení teplého klimatu. Naopak pocity chladu se dostavují především jako reakce na nízkou teplotu klimatu nebo nízké pracovní zatížení. Zjednodušeně lze komfort definovat jako absence znepokojujících a bolestivých vjemů. Komfort dělíme na psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. V této práci se zaměřím na komfort termofyziologický. [2, 8]

1.1 Termofyziologický komfort

Tento typ komfortu je přímo spjat se schopností termoregulace organismu a na vhodné konstrukci oděvu. Termoregulace je schopnost organismu založená na principu rovnováhy mezi množstvím tepla vytvořeného organismem a odevzdaného do okolního prostředí. Úkolem termoregulačního systému je udržovat vnitřní teplotu lidského těla v daném teplotním intervalu. Optimální teplota v tělesném jádru je 37°C. [2, 8]

Termofyziologický komfort nastává za těchto optimálních podmínek [2] :

- teplota pokožky 33 - 35°C
- relativní vlhkost vzduchu $50 \pm 10\%$
- rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10\text{cm.s}^{-1}$
- obsah CO₂ 0,07%
- nepřítomnost vody na pokožce

Termoregulace může být chemická, která představuje látkovou přeměnu nebo fyzikální, která představuje výdej tepla. [2]

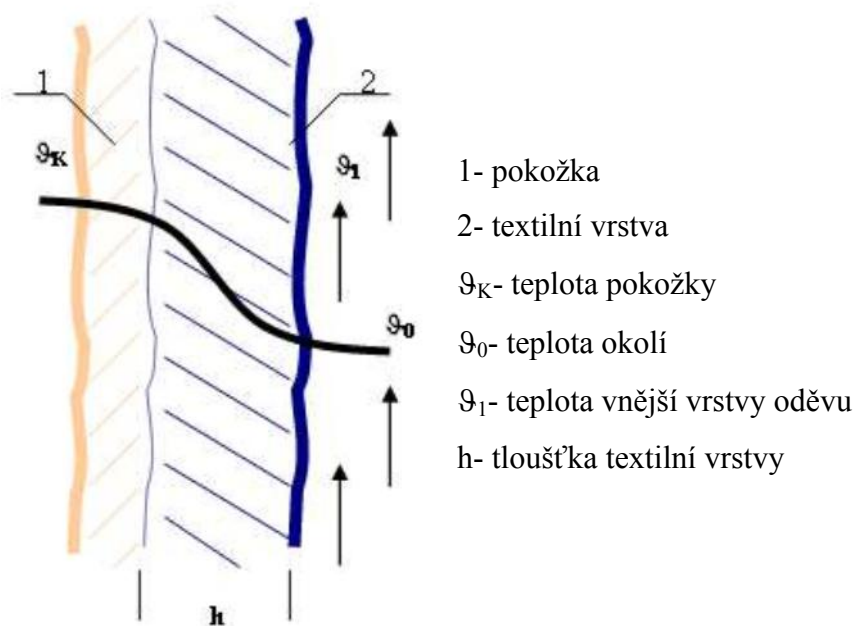
1.1.1 Přenos tepla

K přenosu tepla mezi člověkem a okolím dochází třemi způsoby:

- 1) kondukcí (vedením)
- 2) konvekcí (prouděním)
- 3) radiací (zářením)

1) kondukce

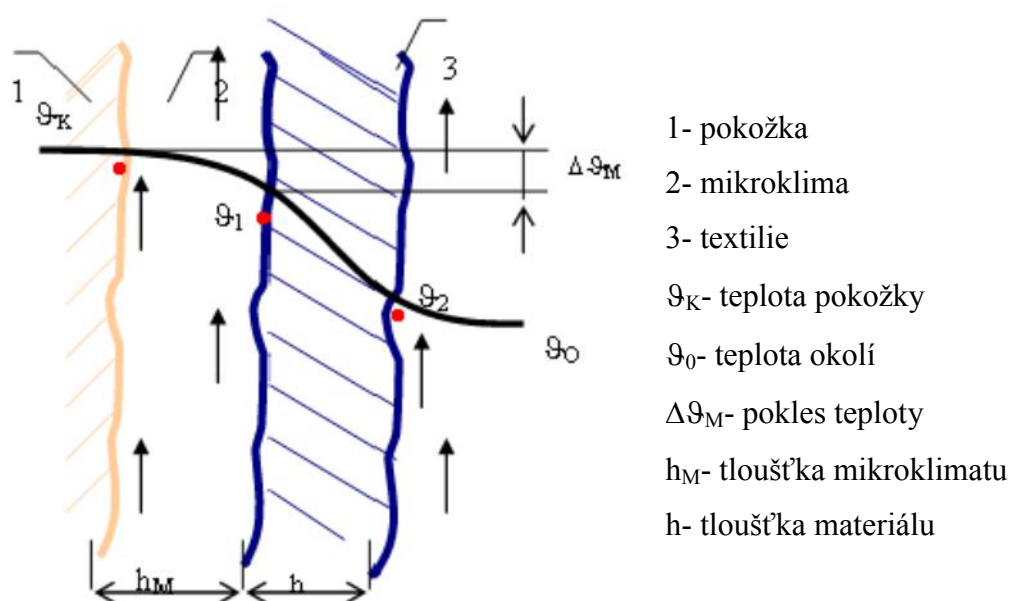
Kondukce znamená přenos tepla vedením, kterým ztrácíme teplo až o 5%, je-li kůže v kontaktu s chladnějším prostředím. Především jde o přenos tepla chodidly, zadní částí těla při sezení a ležení. Teplo tedy přechází kontaktním způsobem, viz obr. 1. [2]



Obr. 1: Prostup tepla vedením [2]

2) konvekce

Konvekce znamená přenos tepla prouděním. Jedná se o nejvýznamnější přenos tepla mezi člověkem a okolním prostředím, viz obr. 2. [2, 9]



Obr. 2: Přestup tepla prouděním [2]

V případě přenosu tepla prouděním je mezi vzduchovou pokožkou a vrstvou textilie vzduchová vrstva. Tato vzduchová vrstva zabraňuje příliš rychlé ztrátě velkého množství tepla, protože kolem těla udržuje více méně stálou teplotní bublinu. Tloušťka vzduchové vrstvy, pohyb těla, koeficient přestupu tepla, rozdíly teplot pokožky a okolí určují velikost odevzdaného tepla. [2, 9]

3) radiace

Přenos tepla zářením je závislý na koeficientu sálání, velikosti sálavé plochy a teplotním gradientu. Zářením ztrácíme okolo 55% tepla. Odparné teplo odchází z těla prostřednictvím pocení. Je dané měrným výparným skupenstvím tepla a rozdílu partiálních tlaků vodních par. [2, 9]

2. Rozdíl mezi paropropustností a prodyšností

Oděv může být propustný pro více typů proudění, jak pro proudění vodní páry (paropropustnost), tak pro proudění vzduchu (prodyšnost). V obou případech slouží oděv jako bariéra, která chrání organismus před vnějšími vlivy. Míra těchto propustností umožňuje tělu fungovat podle jeho přirozené termoregulace a tím dodává pocit pohodlí.

[1]

2.1 Paropropustnost

Paropropustnost je prostup vodní páry (potu) skrz oděvní systém od spodního prádla až po svetr nebo bundu nositele do vnějšího prostředí. Všechny oděvní vrstvy nositele musí být paropropustné, jinak by se nositel necítil komfortně.

Moderní outdoorové oblečení musí být velmi dobře paropropustné, jinak by se náš organismus brzy přehřál a spodní oblečení by pod neparopropustným oblečením zvlhlo naším vlastním potem. [1, 10]

Vlastnost materiálu převádět vodní páru (pot) do vnějšího prostředí se udávají dvěma metodami. První metoda (Moisture Vapor Transmission Rate= Přenosová rychlost vodních par), která udává množství vodní páry, kterou propustí 1m^2 propustí za 24hodin v jednotkách $\text{g/m}^2/24\text{hod}$. Za velice dobré se považují hodnoty nad $20.000\text{ g/m}^2/24\text{hod}$. U metody MVTR platí, čím vyšší hodnota, tím lépe. Spokojenost uživatele nezávisí pouze na schopnosti odvádět vodní páry z oděvu, ale závisí i na produkci tělesných par v klidu a při pohybové činnosti. Pro upřesnění uvádím tabulku přibližných hodnot produkce tělesných výparů podle intenzity zátěže, viz. tab. 1. [1, 10]

Tab. 1: Přibližné hodnoty produkce tělesných výparů [1, 2]

chůze	5 000 - 10 000 $\text{g/m}^2.24\text{hod}$
běh	20 000 – 28 000 $\text{g/m}^2.24\text{hod}$
extrémní fyzická aktivita	nad 35 000 $\text{g/m}^2.24\text{hod}$

V současné době je měření paropropustnosti pomocí metody MVTR nahrazuje objektivnější metodou Ret v jednotkách ($\text{Pa.m}^2/\text{W}$), protože metoda MVTR

nerespektuje teplotu a vlhkost vzduchu, takže hodnoty mohou být zkresleny. Platí zde opačně oproti metodě MVTR, že čím menší hodnota (menší odpor), tím je materiál paropropustnější.

Pro lepší představu uvádím tabulku, která udává paropropustnost látek metodou MVTR a metodou Ret, viz. tab. 2. [1, 10]

Tab. 2: Hodnocení paropropustnosti látek u metody Ret a metody MVTR [1]

Ret < 6	velmi dobrá	nad 20 000 g/m ² .24hod
Ret 6 - 13	dobrá	20 000 - 9 000 g/m ² .24hod
Ret 13 - 20	uspokojivá	9 000 – 5 000 g/m ² .24hod
Ret > 20	neuspokojivá	pod 5 000 g/m ² .24hod

2.2 Prodyšnost

Prodyšnost je prostup vzduchu z vnějšího prostředí skrz oděvní systém v našem případě přes bundu, svetr, spodní prádlo až k nositeli. Prodyšnost je také odvádění tepla, které vzniká při vysoké fyzické zátěži. [1, 10]

Na rozdíl od paropropustnosti není žádoucí, aby všechny oděvní vrstvy nositele byly paropropustné. Paropropustnost je důležitá u spodního prádla trička či svetru, ale u bundy nebo kalhot to neplatí. V zimních obdobích by mohlo dojít k přestupu studeného větru k nositeli, ten by se cítil nekomfortně a mohlo by to ohrozit jeho zdraví. [1, 10]

Při vysoké fyzické zátěži vzniká teplo, které je potřeba odvést z oděvního systému. To je možné, pokud je vnější vzduch chladnější a oděv je dostatečně prodyšný. [1]

3. Hodnocení termofyziologického komfortu

Termofyziologické vlastnosti textilií hodnotíme pomocí dvou základních parametrů a těmi jsou tepelný a výparný odpor.

Výparný odpor má velmi důležitou úlohu při ochlazování těla odpařováním potu z povrchu pokožky. Úroveň ochlazování závisí především na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, a dále pak na propustnosti oděvní soustavy pro vodní páry. Namísto paropropustnosti můžeme použít parametr výparný odpor, který u měření simulujících reálné přenosové jevy při nošení oděvu přímo charakterizuje tepelné účinky vnímané pokožkou vznikající v důsledku odparu potu. Musíme zde však rozlišovat celkový výparný odpor oděvu a výparný odpor vrstvy vnějšího přilehlého vzduchu, tzv. mezní vrstvy. Podobně i celkový tepelný odpor oděvu se skládá z tepelného odporu vlastního oděvu a tepelného odporu mezní vrstvy. [2]

Výparný odpor

Přístroj Permetest měří relativní propustnost textilií pro vodní páry p [%], což je nenormalizovaný, ale velmi praktický parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok q_o vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu q_v . [2]

Výpočet relativní propustnosti textilií pro vodní páry:

$$p = 100 (q_v/q_o) \quad [\%] \quad (1)$$

kde:

q_o = tepelný tok procházející měřicí hlavicí nezakrytou měřeným vzorkem [W/m^2]

q_v = tepelný tok procházející měřicí hlavicí zakrytou měřeným vzorkem [W/m^2]

Výpočet výparného odporu zkoušeného vzorku:

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad [Pa \cdot m^2/W] \quad (2)$$

kde:

P_m = nasycený parciální tlak vodní páry na povrchu měřicí hlavy [Pa]

P_a = parciální tlak vodní páry ve vzduchu ve zkušebním prostoru při teplotě vzduchu ve zkušebním prostoru [Pa]

Tepelný odpor

Měření tepelného odporu probíhá v suchém režimu stejným způsobem. Tepelný odpor R_{ct} je charakterizován odporem proti prostupu tepla vzorkem při teplotě t_m jeho jedné strany a při přenosu tepla konvekcí z jeho druhé (vnější) strany do vzduchu o teplotě t_a . Tepelný odpor vnější mezní vrstvy se pak odečítá. Odečítá se tedy tepelný odpor, který platí pro hladký měřicí povrch, zatímco povrch skutečné textilie je drsný a tudíž odlišný, takto stanovená hodnota tepelného odporu je proto pouze přibližná.

Tepelný odpor na přístroji Petmetest je měřen podle normy ISO 11092. [2]

Výpočet tepelného odporu zkoušeného vzorku:

$$R_{ct} = (t_m - t_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad [\text{Pa} \cdot \text{m}^2 / \text{W}] \quad (3)$$

kde:

t_m = teplota povrchu měřicí hlavice [$^{\circ}\text{C}$]

t_a = teplota vzduchu proudícího kanálem podél měřicí hlavice [$^{\circ}\text{C}$]

4. Vrstvené oblékání

Důležité je obléci se tak, abychom se cítili v teple a zároveň v suchu. Toho dosáhneme, pokud bude pot odváděn od těla a všechny vrstvy našeho oděvu budou dobře paropropustné.

Systém vrstveného oblékání je založen na udržování mikroklima v těle. Tento systém by měl být optimálně využíván ke změnám počasí a stupni naší pohybové aktivity. Moderní systémy se skládají ze tří základních vrstev- sací, izolační a svrchní vrstva. Každá z vrstev funguje jako ochranný prvek proti vlivům počasí. [1, 2]

4.1 Transportní vrstva

Transportní vrstva neboli sací vrstva je nejspodnější vrstva a doléhá těsně na tělo. Sací vrstva udržuje suché a pohodlné mikroklima u pokožky tím, že odvádí vlhkost směrem od těla skrz povrch materiálu. Zabraňuje tak, ochlazování nebo přehřívání organismu.

Vrstva se vyrábí z materiálů a vláken, které pot neabsorbují, ale odvádí. Tato vrstva se nazývá termoprádlo.

Termoprádlo se nosí i v teplém počasí. Jednovrstvé termoprádlo vhodné do letního počasí, pro sport se nazývá mikro. Teplejší dvouvrstvá pletenina do chladnějšího počasí se nazývá, thermo. Termoprádlo nesmí škrtit, ale nesmí být ani příliš volné. Při plnění dobré funkce musí být v optimálním kontaktu s kůží (lehce přiléhat). [1, 2]

4.2 Izolační vrstva

Izolační vrstva poskytuje dostatečné teplo, v případě, že sací a svrchní vrstva nejsou dostatečně teplé. Vrstva slouží k zachytávání velmi malých částic vzduchu, což napomáhá ke zpomalení ztráty tepla. Tato vrstva ale také musí splňovat podmínku paropropustnosti. V opačném případě by se vyprodukované teplo nahromadilo v oděvu v podobě potu a ten by tělo ochlazoval.

Jako izolační vrstva se nejčastěji používají fleecové materiály s různými povrchovými úpravami. [1, 2]

4.3 Ochranná vrstva

Ochranná vrstva poskytuje ochranu proti dešti, sněhu, větru a nedochází k pocení uvnitř oblečení. S touto vrstvou se také může spojovat membrána. [1, 2]

5. Zátěry a membrány

5.1 Zátěry

Zátěr je pružný, pevný film jedné nebo více vrstev, který je nanesen nátěrem na tkaninu. Povrstvení nebo zatírání tkaniny se provádí latexy nebo pryskyřicemi. Většina zátěrů je tvořena z polyuretanu. Rozdíl oproti membránám je vyšší elasticita materiálu, rychlejší odvod vlhkosti, ale nižší mechanická odolnost a nepromokavost. [1, 3]

Zátěry se dají rozdělit do čtyř kategorií:

- a. neprodyšný zátěr- vodonepropustný
- b. prodyšný zátěr- mikroporézní
- c. prodyšný zátěr- hydrofilní
- d. prodyšný zátěr- hydrofobní

- a. neprodyšný zátěr- vodonepropustný

Povrstvení nebo zatírání latexem, pryskyřicemi. Mechanicky je odolný, ale není příliš hygienický. Z tohoto důvodu se používá spíše u stanů a batohů. [3]

- b. prodyšný zátěr- mikroporézní

„Polyvinylidenfluorid (PVDF) se nanáší na textilií, přitom se uvolňuje CO₂ a tím se nanesený film mění v houbovitou pórovitou strukturu s póry. Patří sem i hydrofilní polyuretan.“ [3]

- c. prodyšný zátěr- hydrofilní

„Polyuretan modifikovaný polyvinylalkoholem nebo polyoxiden. Modifikace mají chemickou afinitu (snaha reagovat s jinou látkou) pro vodní páru umožňující její difúzi. Mezi hydrofilní a hydrofobní komponentou panuje rovnováha pro zajištění dostatečné propustnosti pro vodní páry, ale i pružnosti, trvanlivosti, nebo poškození při praní.“ [3]

- d. prodyšný zátěr- hydrofobní

Hydrofobní zátěr je pružný, ale zároveň pevný. Elastický film nanesený na textilií má uzavřené uspořádání molekul a zamezuje vniknutí vody. Takto vyrobený zátěr je ale

neprodyšný a tím se nošení oblečení s takovýmto zátěrem stává nehygienický. Kvůli těmto vlastnostem se tento druh zátěru používá u plachtovin, batohů a stanů. U oblečení se dá použít na svrchní oděvy například pro zesílení v namáhaných místech- kolena, sedla. [1]

5.2 Membrány

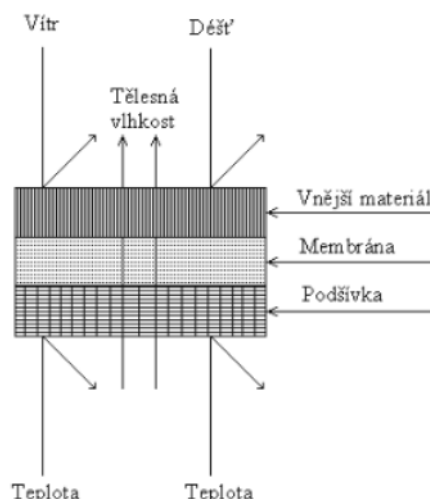
Membrána je tenká vrstva polymerního materiálu (0,2-10μm). Úkolem membrány je zvýšit naše pohodlí v oděvních textiliích. Nejčastěji je membrána vkládána mezi vrchní a podšívkový materiál. [1, 3]

Základní funkce membrány jsou nepromokavost, větruodolnost a paropropustnost. Prvních dvou funkcí nepromokavosti a větruodolnosti lze snadno docílit. Stejně vlastnosti má i pláštěnka, ale v pláštěnce se potíme, protože není schopna paropropustnosti a pohodlí se tím minimalizuje. Z tohoto důvodu je membrána důležitá při výrobě outdoorového oblečení. [1, 3]

Funkce membrány:

Na vnější materiál padají kapky vody. Samotný vnější materiál je velmi často naimpregnovaný a chemicky zušlechtěný, ale tak, aby byl paropropustný. Proto se sám snaží zamezit proniknutí kapek vody pod textilií. Vrchní materiál má své limity, proto bývá membrána zalamínována mezi vrchní materiál a podšívku. Membrána tím zvyšuje nepromokavost, větruodolnost, ale zároveň je paropropustná, viz obr.3.

Membrány jsou vyráběny z polymerního materiálu, nejčastěji z polyesteru, polyuretanu nebo z polytetrafluorethylen. [1]



Obr. č. 3 Funkce membrán

5.3 Laminace

Laminace je spojení dvou a více tkanin, pletenin nebo netkaných textilií stejného či různého složení i určení (vrchový materiál, podšívka). Spojení vrstev je prováděno několika způsoby.

Prvním způsobem je natavování, kdy se povrch pěny natavuje v celé šíři a textilie je přitlačována. Po ochlazení je vytvořen pevný spoj.

Další způsobem spojení vrstev je pomocí adhezí, kde se používají roztoky a disperzní pojiva.

Posledním způsobem spojování je za pomoci ultrazvuku, který se používá pro spojení membrány a fleecu.

Základní složkou laminátu je membrána nebo-li tenká folie, která se buď laminuje na svrchní materiál nebo se vkládá mezi svrchní materiál a podšívku. Kvůli rovnoměrné tloušťce má membrána schopnost udržet stejné vlastnosti po celé ploše laminátu, což nelze říct o každém druhu zátěru. [1, 3]

Laminace membrán můžeme rozdělit do pěti skupin:

- dvouvrstvý laminát (vrchní látka + membrána)
- dvouvrstvý laminát s volnou podšívkou (vrchní látka + membrána + volná podšívka)
- dvou a půlvrstvý laminát (vrchní látka + membrána + půl vrstva)
- třívrstvý laminát (vrchní látka + membrána + podšívka)
- volně vložená membrána (Z-liner)

Bezmembránový softshell- dvojvrstvý laminát

Svrchní vrstva je nejčastěji tvořena z tkaniny s hustou dostavou. Tato tkanina je z polyamidu nebo polyesteru s vodoodpudivou (hydrofobní) úpravou (DWR). Prostřední vrstvu tvoří pojivý materiál. Vnitřní vrstva je tvořena z fleeceové pleteniny, která uchovává teplo a odvádí vlhkost od těla ven. Tento druh laminátu je prodyšnější, stabilnější, levnější a má širší použití. [1]

Membránový softshell- třívrstvý laminát

Svrchní vrstva je tvořena z tkaniny s hustou dostavou. Tato tkanina je z polyamidu nebo polyesteru s vodoodpudivou (hydrofobní) úpravou (DWR). Prostřední vrstva je tvořena z membrány. Vnitřní vrstva je tvořena z polyesterové fleeceové pleteniny. Tento druh laminátu je vhodnější pro náročnější podmínky. [1]

6. Rozdíl mezi softshellovým materiálem a vrchovým materiálem s membránou Gore-Tex

6.1 Softshellový materiál

Softshell je souhrnné označení pro skupinu vícevrstevných syntetických materiálů, které se nejčastěji používají pro výrobu outdoorových bund. Oděv z tohoto materiálu zajistí vysokou míru voděodolnosti, ochranu proti větru a tepelný komfort. Softshell můžeme rozdělit do dvou skupin a to membránový softshell a tkaný softshell. [4, 5]

Membránový softshell

Membránový softshell je spojení několika vrstev v jeden materiál. Díky svému složení odpadá potřeba vrstvit oblečení, neboť jsou zde tři vrstvy obsažné v jednom.

Svrchní vrstva je nejčastěji zhotovena z polyuretanu s hladkým povrchem, který je vodoodpudivý a neulpívá na něm sníh. Díky povrchové úpravě je i větruodorný. Spodní vrstvu tvoří, buď fleec, který je vhodnější do teplejších oblastí (uchovává teplo a transportuje vlhkost ven) nebo pletenina. Mezi tyto dvě vrstvy se vkládá membrána, která zaručuje odolnost proti větru a vodě. Membránové softshelly jsou vhodné do horších klimatických podmínek, protože jsou teplejší a silnější. [1, 5]

Tkaný softshell

Tkaný softshell je vyroben z hustě tkaných přízí. Tkaný softshell neobsahuje žádné membrány a jejich odolnost proti větru je dána pouze hustotou tkaní. Oproti membránovému softshellu se vyznačuje větší lehkostí a prodyšností. Do zimních podmínek se ale nehodí.

Tkané softshelly se dají použít jako funkční spodní prádlo nebo jako druhá vrstva mezi spodní prádlo a svrchní bundu. [5]

Vlastnosti softshellu [6]:

- nepromokavost
- prodyšnost
- odolnost proti větru
- odolnost proti oděru

- pružnost
- hřejivost [6]

6.2 Vrchový materiál s membránou Gore-Tex

Membrána Gore- Tex je spojení teflonové membrány, která je nalaminována mezi jiné textilie. Jedná se o dvousložkovou membránu. Část membrány je z PTFE (fluorovaný polymer), která obsahuje okolo 1,4 miliardy pórů na centimetr čtvereční. Póry jsou 20 000krát menší než kapka vody a 700krát větší než molekula vodní páry.

Hlavní výhodou Gore-Texové oblečení je jeho nepromokavost a prodyšnost. Gore-Texové oblečení ale ne vždy zvládá odvádět vlhkost od těla. Materiál je poměrně tvrdý, neohebný a tím se stává ne příliš pohodlný. [7, 4]

Vlastnosti materiálu Gore-Tex [7]:

- trvalá nepromokavost
- prodyšnost
- větruvzdornost

Softshell ve srovnání s Gore- Tex [4]:

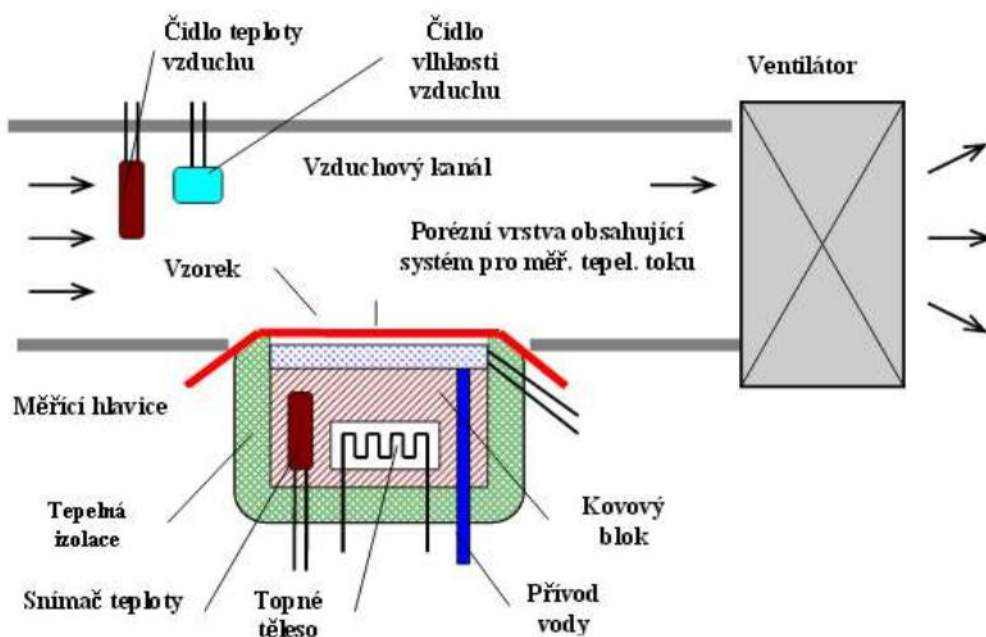
- třikrát více prodyšný
- mnohonásobně více pružný
- mnohem pohodlnější
- není tolik vodotěsný
- není plně větruvzdorný, ale nepustí asi 90% větru

7. Přístroj Permetest

Přístroj Permetest je speciální přenosný přístroj, který umožňuje rychlé a nedestrukční měření paropropustnosti a tepelného odporu. Tento přístroj patentoval profesor Luboš Hes z Fakulty textilní Technické univerzity v Liberci v roce 1990, viz obr. 4.



Obr. 4: Přístroj Permetest



Obr. 5: Schéma přístroje Permetest [2]

Přístroj je svou podstatou tzv. SKIN MODEL malých rozměrů založený na přímém měření tepelného toku q procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky dle

ISO 11092, viz obr. 5. Výhodou přístroje je rychlost, která dovoluje provést měření propustnosti během 2-5 min v jakýchkoliv běžných klimatických podmínkách.

Povrch modelu je porézní a zavlhčován, čímž se stimuluje funkce ochlazování pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek, jehož vnější strana je ofukována. „Při měření výparného odporu a paropropustnosti je měřicí hlavice (skin model) pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržován na teplotě okolního vzduchu (obvykle 20 – 23°C), který je do přístroje nasáván. Tím jsou zajištěny izotermické podmínky měření.“ Při měření se pak vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. „Příslušný výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu. V obou případech se nejdříve měří tepelný tok bez vzorku a poté znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající tepelné toky q_o a q_v .“

„Při měření tepelného odporu textilního vzorku je suchá měřicí hlavice udržována na teplotě o 10 – 20 °C vyšší než je teplota okolního vzduchu. Tepelný tok odváděný ze vzorku konvekcí do okolního proudícího vzduchu je opět registrován.“ [2]

PRAKTICKÁ ČÁST

8. Měření na přístroji Permetest

Všechny měřené vzorky byly poskytnuty od firmy O'style, která vyrábí oblečení pro sportovní a volnočasové aktivity.

Měření bylo provedeno na KHT v laboratoři na přístroji Permetest. Pro měření na přístroji Permetest nebylo třeba vzorky upravovat, protože měření na stoju je nedestruktivní a lze do něj vkládat i celé oděvní výrobky.

Celkem bylo testováno 42 vzorků. V testování jsou obsaženy všechny tři vrstvy oblékání, z nich nejčastěji se vyskytuje třetí (svrchní) vrstva. Materiálové složení vzorků je popsáno níže.

Měřené vzorky byly nejprve zváženy na elektronických vahách a poté začalo vlastní měření za sucha na přístroji Permetest. V laboratoři je teplota udržována na 20°C. Vzorek byl vkládán na měřicí hlavici přístroje v neporušeném stavu bez nečistot a ohybů. Vzorek byl do přístroje vláknán rubní stranou vespod a lící stranou navrchu.

Všech 41 vzorků bylo měřeno pětkrát. Pomocí přístroje byla vypočítána relativní a absolutní propustnosti vodních par. V tabulkách níže je uvedena statistika měření, a to průměr, rozptyl, směrodatná odchylka a variační koeficient a konfidence. U každého vzorku je uveden druh textilie, tloušťka materiálu, hmotnost vzorku o ploše 10x10cm, která byla zjištěna na elektronických vahách a plošná hmotnost. Dále pro větší přehlednost jsou zpracovány grafy měřených vzorků.

$$\text{Aritmetický průměr: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4)$$

$$\text{Směrodatná odchylka: } s = \sqrt{s^2} \quad (5)$$

$$\text{Variační koeficient: } v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (6)$$

$$\text{Rozptyl: } s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (7)$$

Interval spolehlivosti 95%:

$$\text{Horní mez 95\%} = \bar{x} + t_{\alpha}(n - 1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

$$\text{Dolní mez 95\%} = \bar{x} - t_{\alpha}(n - 1) \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

9. Popis vzorků

I. vrstva- thermoprádlo

Z první vrstvy bylo testováno celkem 10 vzorků. Jsou uvedeny naměřené hodnoty absolutní a relativní propustnosti vodních par, z nichž se vypočítal rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient a konfidence. Pro náročné porovnávání vzorků jsou hodnoty vyneseny do bodového grafu.

Materiál No. 12

Vzorky jsou vyrobeny ze 100% polyesteru.

Materiál je příjemný na omak, hydrofobní, nealergenní a odvádí vlhkost od těla. Tento materiál se hodí jako první vrstva do teplejšího počasí.

<u>Materiál No. 12</u>	Vzorek č. 1	Vzorek č. 2
Druh textilie:	Pletenina- ZJ	Pletenina- ZJ
Tloušťka textilie[mm]:	0,59	0,62
Hmotnost [g]:	1,42	1,45
Plošná hmotnost [g/m²]:	142	145
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	1,82	1,84
Rozptyl:	0,006	0,002
Směrodatná odchylka:	0,075	0,049
Variační koeficient [%]:	4,11	2,66
Horní mez 95%	1,91	1,90
Dolní mez 95%	1,73	1,78
Konfidence:	0,19	0,06
Relativní propustnost vodních par [%]:	80,09	79,66
Rozptyl:	0,22	0,07
Směrodatná odchylka:	0,47	0,27
Variační koeficient [%]:	0,59	0,33
Horní mez 95%	80,67	80,00
Dolní mez 95%	79,51	79,32
Konfidence:	0,58	0,34

Materiál No. 14/b

Vzorky jsou vyrobeny ze 92% polyesteru a 8% elastenu.

Materiál je vysoce elastický s chladičným efektem, je příjemný na omak a nealergenní. Tento materiál se hodí jako první vrstva do teplejšího počasí.

<u>Materiál No. 14/b</u>	Vzorek č. 3	Vzorek č. 4
Druh textilie:	Pletenina- ZJ	Pletenina- ZJ
Tloušťka textilie[mm]:	0,61	0,63
Hmotnost [g]:	2,17	2,18
Plošná hmotnost [g/m²]:	217	218
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	2,3	2,18
Rozptyl:	0,002	0,002
Směrodatná odchylka:	0,045	0,04
Variační koeficient [%]:	1,94	1,84
Horní mez 95%	2,36	2,23
Dolní mez 95%	2,24	2,13
Konfidence:	0,06	0,05
Relativní propustnost vodních par [%]:	75,9	76,74
Rozptyl:	0,008	0,12
Směrodatná odchylka:	0,09	0,34
Variační koeficient [%]:	0,12	0,45
Horní mez 95%	76,01	77,16
Dolní mez 95%	75,79	76,32
Konfidence:	0,11	0,42

Materiál No. 4 WARM

Vzorky jsou vyrobeny ze 100% polyesteru.

Materiál je příjemný na omak, elastický, prodyšný, nealergenní a odvádí vlhkost od těla. Důležitá je velice dobrá tepelná izolace, proto se hodí jako první vrstva do chladnějšího počasí.

<u>Materiál No. 4 WARM</u>	Vzorek č. 5	Vzorek č. 6	Vzorek č. 7
Druh textilie:	Pletenina- ZJ	Pletenina- ZJ	Pletenina- ZJ
Tloušťka textilie[mm]:	0,83	1,02	0,91
Hmotnost [g]:	1,81	1,8	1,81
Plošná hmotnost [g/m²]:	181	180	181
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	3,86	4,34	3,98
Rozptyl:	0,006	0,02	0,006
Směrodatná odchylka:	0,08	0,14	0,75
Variační koeficient [%]:	2,07	3,13	1,88
Horní mez 95%	3,96	4,51	4,91
Dolní mez 95%	3,76	4,17	3,05
Konfidence:	0,10	0,17	0,93
Relativní propustnost vodních par [%]:	63,9	60,84	62,94
Rozptyl:	0,27	0,35	0,22
Směrodatná odchylka:	0,52	0,6	0,47
Variační koeficient [%]:	0,81	0,98	0,75

Horní mez 95%	64,55	61,58	63,52
Dolní mez 95%	63,25	60,10	62,36
Konfidence:	0,65	0,74	0,58

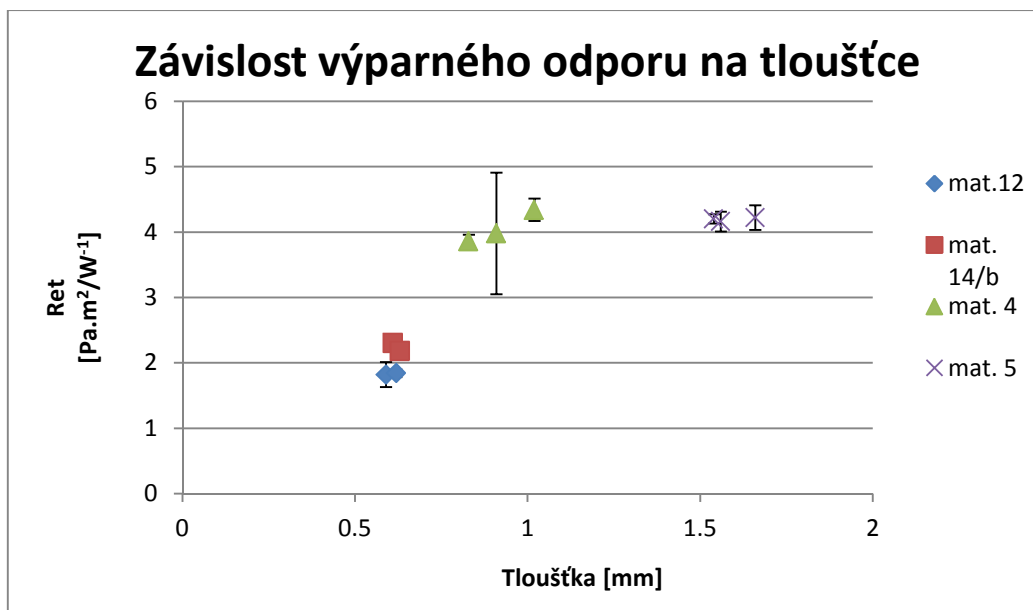
Materiál No. 5

Vzorky jsou vyrobeny ze 100% polyesteru.

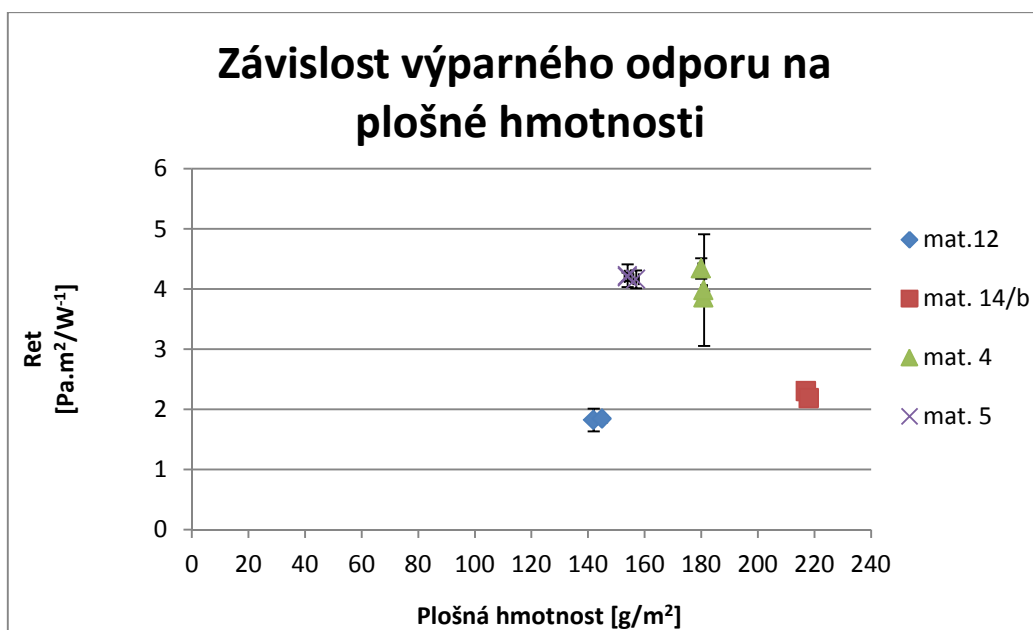
Materiál je příjemný na omak, elastický, prodyšný, nealergenní a odvádí vlhkost od těla. Důležitá je velice dobrá tepelná izolace, proto se hodí jako první vrstva do chladnějšího počasí.

<u>Materiál No. 5</u>	Vzorek č. 8	Vzorek č. 9	Vzorek č. 10
Druh textilie:	Pletenina- ZJ	Pletenina- ZJ	Pletenina-ZJ
Tloušťka textilie[mm]:	1,66	1,56	1,54
Hmotnost [g]:	1,54	1,57	1,54
Plošná hmotnost [g/m²]:	154	157	154
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	4,22	4,16	4,2
Rozptyl:	0,022	0,014	0,004
Směrodatná odchylka:	0,15	0,12	0,06
Variační koeficient [%]:	3,48	2,89	1,5
Horní mez 95%	4,41	4,31	4,27
Dolní mez 95%	4,03	4,01	4,13
Konfidence:	0,19	0,15	0,07
Relativní propustnost vodních par [%]:	60,6	60,64	60,24
Rozptyl:	0,45	0,38	0,2
Směrodatná odchylka:	0,67	0,62	0,45
Variační koeficient [%]:	1,11	1,01	0,74
Horní mez 95%	61,43	61,41	60,80
Dolní mez 95%	59,77	59,87	59,68
Konfidence:	0,83	0,77	0,56

Zjištěné hodnoty první vrstvy oděvu jsou graficky vyjádřeny na obrázku č. 6, 7, 8 a 9.



Obr. č. 6 Graf závislosti výparného odporu na tloušťce u první vrstvy materiálu

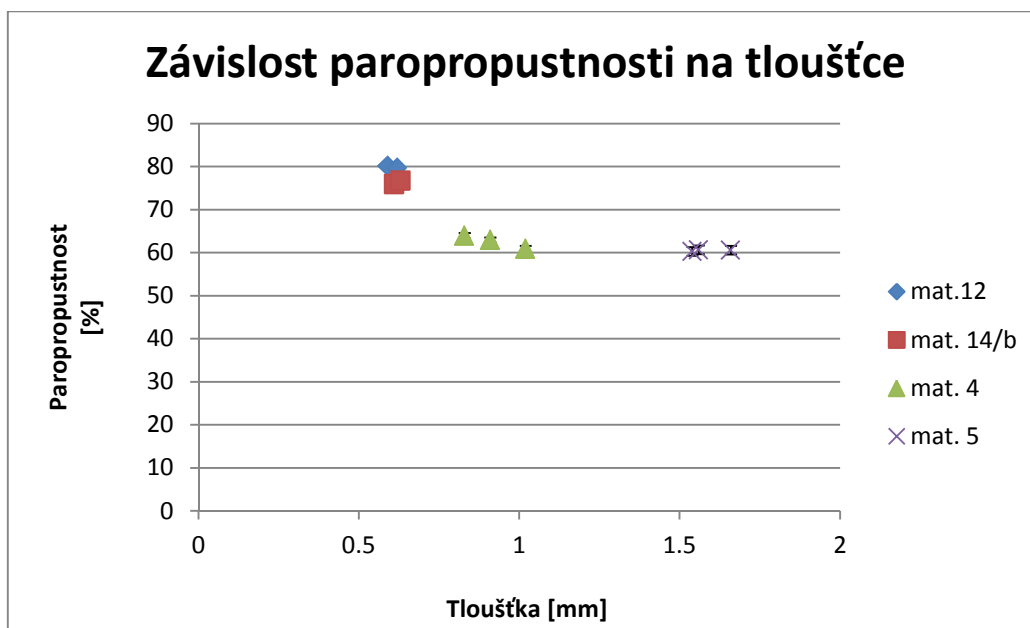


Obr. č. 7 Graf závislost výparného odporu na plošné hmotnosti u první vrstvy materiálu

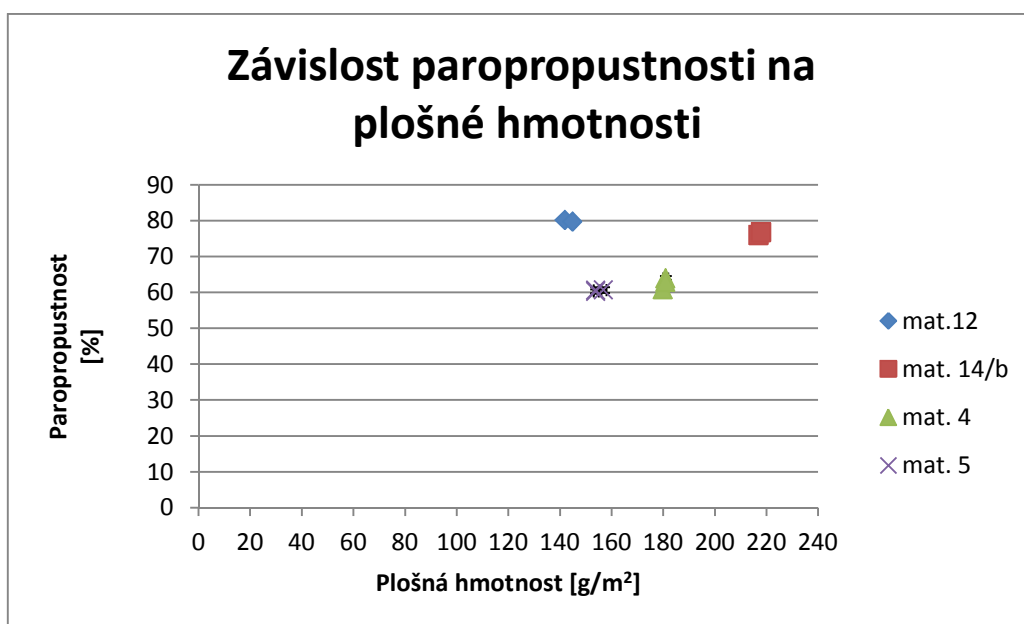
Na grafech č. 6 a 7 jsou znázorněné závislosti výparného odporu na tloušťce a plošné hmotnosti. Z grafu č. 6 vidíme, že výparný odpor závisí na tloušťce materiálu. Čím má textilie větší tloušťku, tím má vyšší výparný odpor. Na grafech vidíme, že chybové úsečky jsou malé. To znázorňuje, že na měřených hodnotách nebyly vysoké odchylky. Všechny měřené vzorky mají výparný odpor pod $6 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}^{-1}$. Z toho vyplývá, že jejich vlastnosti jsou velmi dobré. Nejmenší výparný odpor mají materiály No. 12. Jejich

výparný odpor byl menší než $2 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. Největší výparný odpor mají materiály No. 4 a No. 5, ale jejich výparné odpory se pohybují okolo $4 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$, proto se řadí také mezi velmi dobře hodnocené.

Jednotlivé body z grafu č. 7 nevykazují žádný trend a nelze tedy potvrdit, že existuje nějaká závislost mezi výparným odporem a plošnou hmotností.



Obr. č. 8 Graf závislost paropropustnosti na tloušťce u první vrstvy materiálu



Obr. č. 9 Graf závislost paropropustnosti na plošné hmotnosti u první vrstvy materiálu

Grafy č. 8 a 9 znázorňují paropropustnost v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti.

Z grafu č. 8 vidíme, že paropropustnost závisí na tloušťce materiálu. Čím má textilie větší tloušťku, tím má menší paropropustnost na rozdíl od grafu č. 6, čím má textilie větší tloušťku, tím má větší výparný odpor. Body na grafu č. 9 nevykazují žádný trend a nelze tedy potvrdit, že zde existuje nějaká závislost mezi paropropustností a plošnou hmotností. Dále na grafech vidíme, že chybové úsečky jsou malé. Na měřených hodnotách tedy nebyly vysoké odchylky.

II. vrstva

Z druhé vrstvy byl testován pouze 1 vzorek.

Materiál No. 5C- ULTRA WARM

Vzorek je vyroben z 92% polyesteru a 8% elastanu.

Jedná se o pleteninu s počesáním na rubní straně, která je lehká, příjemná na omak s dobrou tepelnou izolací. Příměs elastanu zaručuje vysokou pružnost. Materiál je hřejivý, proto se hodí jako druhá vrstva do chladnějšího počasí.

<u>Materiál No. 5C ULTRA WARM</u>	Vzorek č. 11
Druh textilie:	Pletenina- ZJ
Tloušťka textilie[mm]:	1,02
Hmotnost [g]:	2,08
Plošná hmotnost [g/m²]:	208
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	3,42
Rozptyl:	0,01
Směrodatná odchylka:	0,1
Variační koeficient [%]:	2,87
Horní mez 95%	3,54
Dolní mez 95%	3,30
Konfidence:	0,12
Relativní propustnost vodních par [%]:	66,58
Rozptyl:	0,3
Směrodatná odchylka:	0,55
Variační koeficient [%]:	0,83
Horní mez 95%	67,26
Dolní mez 95%	65,90
Konfidence:	0,68

Tomuto materiálu byla na přístroji Permetest naměřen výparný odpor $3,42 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}^{-1}$. Výparný odpor tedy nepřesáhl ani $6 \text{ Pa}\cdot\text{m}^2/\text{W}^{-1}$. Z toho vyplývá, že jeho vlastnosti jsou velmi dobré.

III. vrstva

Z třetí vrstvy bylo testováno celkem 30 vzorků. Pro náročné porovnávání vzorků jsou hodnoty vyneseny do bodového grafu zvlášť vyhodnocené pro třívrstvý softshell s membránou, dvouvrstvý softshell s membránou a zvlášť pro materiál se zátěrem.

Materiál No. 6A- SOFTSHELL-LIGHT

Vzorky jsou vyrobeny ze 100% polyesteru.

Jedná se o třívrstvý softshell s membránou. Svrchní vrstva je tvořena ze zátažné jednolící hladké pleteniny, která zaručuje pružnost materiálu. Prostřední vrstva je membrána, která odvádí vodní páry (pot) od těla a zabraňuje průchodu kapek vody k tělu.

Vnitřní vrstvu tvoří softshell-light, který je příjemný na omak, zaručuje prodyšnost, voděodolnost a větruvzdornost. Vnitřní vrstva má funkci termoizolační a chrání membránu před poškozením.

<u>Materiál No. 6A SOFTSHELL LIGHT</u>		
Třívrstvý softshell s membránou		
	Vzorek č. 12	Vzorek č. 13
Druh textilie:	Pletenina	Pletenina
Tloušťka textilie[mm]:	0,95	0,91
Hmotnost [g]:	2,58	2,67
Plošná hmotnost [g/m²]:	258	267
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	8,38	8,04
Rozptyl:	0,002	0,22
Směrodatná odchylka:	0,04	0,15
Variační koeficient [%]:	0,48	1,86
Horní mez 95%	8,43	8,23
Dolní mez 95%	8,33	7,85
Konfidence:	0,05	0,19
Relativní propustnost vodních par [%]:	80	82,64
Rozptyl:	0,068	1,57
Směrodatná odchylka:	0,26	1,26
Variační koeficient [%]:	0,33	1,52

Horní mez 95%	80,32	84,20
Dolní mez 95%	79,68	81,08
Konfidence:	0,32	1,56

Materiál No. 6C- SOFTSHELL

Vzorek je vyroben z 100% polyester.

Jedná se třívrstvý softshell s membránou. Svrchní vrstva je tvořena ze zátažné jednolící hladké pleteniny, která zaručuje pružnost materiálu. Prostřední vrstva je membrána, která odvádí vodní páry (pot) od těla a zabraňuje průchodu kapek vody k tělu. Vnitřní vrstvu tvoří softshell (pletenina), který je příjemný na omak, lehký, zaručuje prodyšnost, voděodolnost a větruvzdornost. Vnitřní vrstva má funkci termoizolační a chrání membránu před poškozením.

Vnější vrstva je opatřena teflonovou úpravou, která chrání před deštěm. Dešť se nevsákne do materiálu a na jeho povrchu vytvoří kapku, která sklouzne z oděvu pryč.

Materiál No. 6C- SOFTSHELL	
Třívrstvý softshell s membránou	
	Vzorek č. 14
Druh textilie:	Pletenina
Tloušťka textilie[mm]:	0,98
Hmotnost [g]:	2,39
Plošná hmotnost [g/m²]:	239
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	14,46
Rozptyl:	0,61
Směrodatná odchylka:	0,78
Variační koeficient [%]:	5,4
Horní mez 95%	15,43
Dolní mez 95%	13,49
Konfidence:	0,97
Relativní propustnost vodních par [%]:	38,72
Rozptyl:	9,24
Směrodatná odchylka:	3,04
Variační koeficient [%]:	7,85
Horní mez 95%	42,49
Dolní mez 95%	34,95
Konfidence:	3,77

Materiál No. 6J- SOFTSHELL, interlock

Vzorek je vyroben z 100% polyester.

Jedná se třívrstvý softshell s membránou. Svrchní vrstva je tvořena ze zátažné obouliční pleteniny, která zaručuje pružnost materiálu. Prostřední vrstva je membrána, která odvádí vodní páry (pot) od těla a zabraňuje průchodu kapek vody k tělu. Vnitřní vrstvu tvoří softshell (zátažná obouliční pletenina), který je příjemný na omak, lehký, zaručuje prodyšnost, voděodolnost a větruvzdornost. Vnitřní vrstva má funkci termoizolační a chrání membránu před poškozením.

Vnější vrstva je opatřena teflonovou úpravou, která chrání před deštěm. Déšť se nevsákne do materiálu a na jeho povrchu vytvoří kapku, která sklouzne z oděvu pryč.

<u>Materiál No. 6J- SOFTSHELL, interlock</u>		
Třívrstvý softshell s membránou		
	Vzorek č. 15	Vzorek č. 16
Druh textilie:	pletenina	pletenina
Tloušťka textilie[mm]:	1,08	1,02
Hmotnost [g]:	2,55	2,68
Plošná hmotnost [g/m²]:	255	268
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	15,24	14,28
Rozptyl:	0,34	0,92
Směrodatná odchylka:	0,58	0,96
Variační koeficient [%]:	3,82	6,71
Horní mez 95%	15,96	15,47
Dolní mez 95%	14,52	13,09
Konfidence:	0,72	1,19
Relativní propustnost vodních par [%]:	35,54	40,2
Rozptyl:	7,39	6,33
Směrodatná odchylka:	2,72	2,52
Variační koeficient [%]:	7,65	6,26
Horní mez 95%	38,92	43,33
Dolní mez 95%	32,16	37,07
Konfidence:	3,38	3,13

Materiál No. 6E- SOFTSHELL

Vzorek je vyroben z 95% polyester, 5% elastan.

Jedná se o třívrstvý softshell s membránou. Svrchní vrstvu tvoří tkanina. Prostřední vrstva je membrána, která odvádí vodní páry (pot) od těla a zabraňuje průchodu kapek vody k tělu. Vnitřní vrstvu tvoří microfleece, který slouží jako tepelná izolace, zaručuje prodyšnost, příjemný omak, voděodolnost a větrozvzdornost. Vnitřní vrstva má funkci termoizolační a chrání membránu před poškozením.

Vnější strana je opatřena teflonovou úpravou, která chrání před deštěm. Déšť se nevsákne do materiálu a na jeho povrchu vytvoří kapku, která sklouzne z oděvu pryč.

Příměs elastanu zaručuje pružnost oděvu. Materiál se díky svým vlastnostem hodí jako třetí vrstva v zimním období.

Materiál No. 6E- SOFTSHELL					
Třívrstvý softshell s membránou					
	Vzorek č. 17	Vzorek č. 18	Vzorek č. 19	Vzorek č. 20	Vzorek č. 21
Druh textilie:	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina
Tloušťka textilie[mm]:	1,68	1,53	1,52	1,87	1,79
Hmotnost [g]:	3,11	2,99	3,19	3,25	3,39
Plošná hmotnost [g/m²]:	311	299	319	325	339
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	20,3	14,72	17,62	16,86	17,72
Rozptyl:	20,45	0,1	0,4	0,27	0,51
Směrodatná odchylka:	4,52	0,32	0,63	0,52	0,71
Variační koeficient [%]:	22,28	2,17	3,56	3,06	4,03
Horní mez 95%	25,91	15,12	18,40	17,51	18,60
Dolní mez 95%	14,69	14,32	16,84	16,21	16,84
Konfidence:	5,61	0,40	0,78	0,65	0,88
Relativní propustnost vodních par [%]:	33,66	37,4	30,68	29,98	29,78
Rozptyl:	3,58	0,95	0,85	0,65	4,59
Směrodatná odchylka:	1,2	0,97	0,92	0,8	2,14
Variační koeficient [%]:	5,62	2,6	2,3	2,68	7,19
Horní mez 95%	35,15	38,60	31,82	30,97	32,44
Dolní mez 95%	32,17	36,20	29,54	28,99	27,12
Konfidence:	1,49	1,20	1,14	0,99	2,66

Materiál No. 6F- SOFTSHELL

Vzorek je vyroben z 100% polyester.

Jedná se o třívrstvý softshell s membránou. Svrchní vrstva je tvořena ze zátažné jednolící pleteniny, která zaručuje pružnost materiálu. Prostřední vrstva je membrána,

kteřá odvádí vodní páry (pot) od těla a zabraňuje průchodu kapek vody k tělu. Vnitřní vrstvu tvoří softshell (pletenina), který je příjemný na omak, lehký, zaručuje prodyšnost, voděodolnost a větruvzdornost. Vnitřní vrstva má funkci termoizolační a chrání membránu před poškozením.

Materiál No. 6F- SOFTSHELL			
Třívrstvý softshell s membránou			
	Vzorek č. 22	Vzorek č. 23	Vzorek č. 24
Druh textilie:	pletenina	pletenina	pletenina
Tloušťka textilie[mm]:	0,95	0,98	0,91
Hmotnost [g]:	2,42	2,39	2,43
Plošná hmotnost [g/m²]:	242	239	243
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	8,1	8,48	9,74
Rozptyl:	0,06	0,05	0,01
Směrodatná odchylka:	0,25	0,22	0,1
Variační koeficient [%]:	3,12	2,63	1,05
Horní mez 95%	8,41	8,75	9,86
Dolní mez 95%	7,79	8,21	9,62
Konfidence:	0,31	0,27	0,12
Relativní propustnost vodních par [%]:	83,38	77,86	66,66
Rozptyl:	2,46	4,44	0,68
Směrodatná odchylka:	1,57	2,11	0,82
Variační koeficient [%]:	1,88	2,71	1,24
Horní mez 95%	85,33	80,48	67,68
Dolní mez 95%	81,43	75,24	65,64
Konfidence:	1,95	2,62	1,02

Materiál No. 23 (teflon)

Vzorek je tvořen z 100% polyester.

Jedná se o dvouvrstvý laminát. Svrchní vrstvu tvoří tkanina v plátnové, která je zalaminována membránou. Spojená tkanina s membránou propouští tělesnou vlhkost (pot) a odvádí ji na povrch oděvu, kde se odpařuje. Vnější vlhkost ale membrána nepropustí a tím pomáhá udržovat optimální tělesnou teplotu.

Materiál je pevný, lehký a příjemný na omak. Lícni strana je opatřena teflonovou úpravou, která chrání před deštěm. Déšť se nevsákne do materiálu a na jeho povrchu vytvoří kapku, která sklouzne z oděvu pryč.

Materiál se díky svým vlastnostem hodí jako třetí vrstva v zimním období.

<u>Materiál No. 23 (teflon)</u>	
Membrána- dvouvrstvý laminát	
	Vzorek č. 25
Druh textilie:	tkanina
Tloušťka textilie[mm]:	0,11
Hmotnost [g]:	1
Plošná hmotnost [g/m²]:	100
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	12,2
Rozptyl:	0,09
Směrodatná odchylka:	0,3
Variační koeficient [%]:	2,43
Horní mez 95%	12,57
Dolní mez 95%	11,83
Konfidence:	0,37
Relativní propustnost vodních par [%]:	35,14
Rozptyl:	0,54
Směrodatná odchylka:	0,73
Variační koeficient [%]:	2,09
Horní mez 95%	36,05
Dolní mez 95%	34,23
Konfidence:	0,91

Materiál No. 22 (teflon)

Vzorek je tvořen z 100% polyester.

Jedná se o dvouvrstvý laminát. Svrchní vrstvu tvoří tkanina v plátňové vazbě, která je zalaminována s membránou. Spojená tkanina s membránou propouští tělesnou vlhkost (pot) a odvádí ji na povrch oděvu, kde se odpařuje. Vnější vlhkost ale membrána nepropustí a tím pomáhá udržovat optimální tělesnou teplotu.

Materiál je pevný, lehký a příjemný na omak. Lící strana je opatřena teflonovou úpravou, která chrání před deštěm. Déšť se nevsákne do materiálu a na jeho povrchu vytvoří kapku, která sklouzne z oděvu pryč.

Materiál se díky svým vlastnostem hodí jako třetí vrstva v zimním období.

<u>Materiál No. 22 (teflon)</u>				
Membrána- dvouvrstvý laminát				
	Vzorek č. 26	Vzorek č. 27	Vzorek č. 28	Vzorek č. 29
Druh textilie:	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina

Tloušťka textilie[mm]:	0,2	0,25	0,25	0,21
Hmotnost [g]:	0,92	1,79	1,84	1,34
Plošná hmotnost [g/m²]:	92	179	184	134
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	9,86	5,58	5,74	2,84
Rozptyl:	0,05	0,77	0,05	0,06
Směrodatná odchylka:	0,22	0,88	0,22	0,24
Variační koeficient [%]:	2,19	15,76	3,91	8,51
Horní mez 95%	10,13	6,67	6,01	3,14
Dolní mez 95%	9,59	4,49	5,47	2,54
Konfidence:	0,27	1,09	0,27	0,30
Relativní propustnost vodních par [%]:	56,1	51,8	51,42	67,84
Rozptyl:	1,42	14	1,44	3,5
Směrodatná odchylka:	1,19	3,74	1,2	1,87
Variační koeficient [%]:	2,12	7,22	2,34	2,76
Horní mez 95%	57,58	56,44	52,91	70,16
Dolní mez 95%	54,62	47,16	49,93	65,52
Konfidence:	1,48	4,64	1,49	2,32

Materiál No. 127/A s Polyuretanem + teflon

Vzorek je vyroben z 100% polyester.

Svrchní vrstvu představuje tkanina v plátňové vazbě. Jedná se o materiál se zátěrem na rubní straně, která chrání před deštěm a větrem. Na lící straně je materiál opatřen teflonovou úpravou, která chrání před deštěm. Déšť se nevsákne do materiálu a na jeho povrchu vytvoří kapku, která sklouzne z oděvu pryč. Díky svým vlastnostem je materiál vhodný do zimního období při větším zatížení.

<u>Materiál No. 127/A s Polyuretanem + teflon</u>							
Zátěr							
	Vzorek č. 30	Vzorek č. 31	Vzorek č. 32	Vzorek č. 33	Vzorek č. 34	Vzorek č. 35	Vzorek č. 36
Druh textilie:	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina
Tloušťka textilie[mm]:	0,14	0,17	0,2	0,2	0,19	0,2	0,19
Hmotnost [g]:	1,28	1,31	1,25	1,3	1,25	1,27	1,28
Plošná hmotnost [g/m²]:	128	131	125	130	125	127	128
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	12,5	11,32	8,68	11,9	10,58	10,48	9,36
Rozptyl:	0,004	0,014	0,49	0,2	0,07	0,038	0,04
Směrodatná odchylka:	0,06	0,12	0,7	0,45	0,26	0,19	0,21

Variační koeficient [%]:	0,51	1,03	8,03	3,8	2,42	1,9	2,2
Horní mez 95%	12,57	11,47	9,55	12,46	10,90	10,72	9,62
Dolní mez 95%	12,43	11,17	7,81	11,34	10,26	10,24	9,10
Konfidence:	0,07	0,15	0,87	0,56	0,32	0,24	0,26
Relativní propustnost vodních par [%]:	51,9	58,12	74,18	54,78	61,16	61,12	65,94
Rozptyl:	0,12	7,4	7,9	1,23	1,59	0,64	0,02
Směrodatná odchylka:	0,35	2,72	2,81	1,11	1,26	0,8	0,15
Variační koeficient [%]:	0,68	4,68	3,79	2,03	2,06	1,31	0,23
Horní mez 95%	52,33	61,50	77,67	56,16	62,72	62,11	66,13
Dolní mez 95%	51,47	54,74	70,69	53,40	59,60	60,13	65,75
Konfidence:	0,43	3,38	3,49	1,38	1,56	0,99	0,19

Materiál No. 1036 s Polyuretanem + teflon

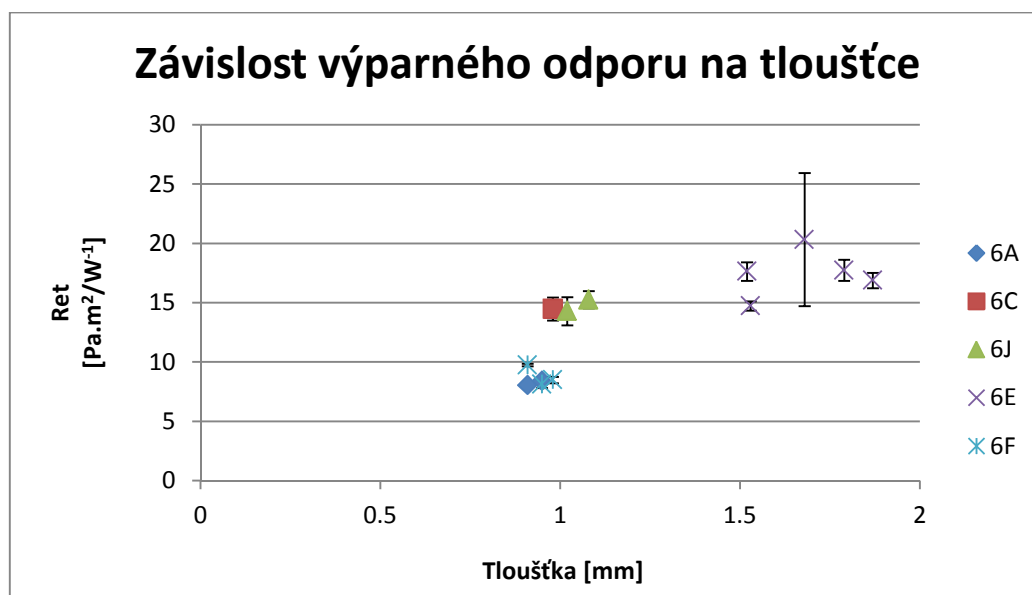
Vzorek je vyroben z 100% polyester.

Svrchní vrstvu představuje tkanina v plátňové vazbě. Jedná se o materiál se zátěrem na rubní straně, která chrání před deštěm a větrem. Oproti Materiálu No. 127/A má vyšší vrstvu zátěru a hustší dostavu (strukturu). Na lící straně je materiál opatřen teflonovou úpravou, která chrání před deštěm. Déšť se nevsákne do materiálu a na jeho povrchu vytvoří kapku, která sklouzne z oděvu pryč. Díky svým vlastnostem je materiál vhodný do zimního období při větším zatížení.

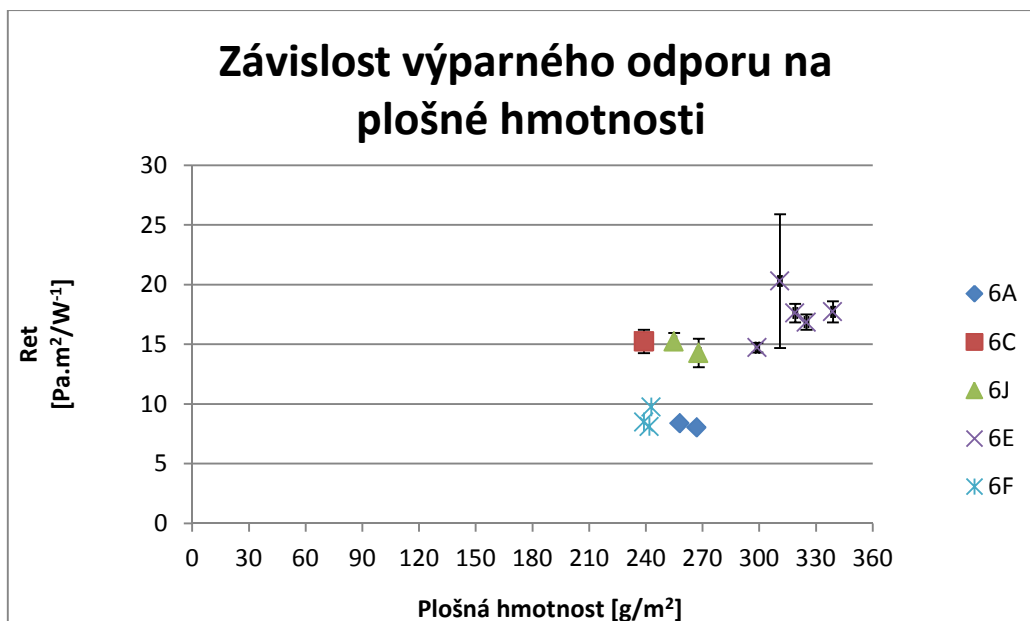
Materiál No. 1036 s Polyuretanem + teflon						
Zátěr						
	Vzorek č. 37	Vzorek č. 38	Vzorek č. 39	Vzorek č. 40	Vzorek č. 41	Vzorek č. 42
Druh textilie:	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina	tkanina
Tloušťka textilie[mm]:	0,14	0,15	0,15	0,14	0,17	
Hmotnost [g]:	1,16	1,09	1,09	1,34	1,15	
Plošná hmotnost [g/m²]:	116	109	109	134	115	
Absolutní propustnost vodních par [Pa.m²/W⁻¹]:	19,5	22,64	10,92	8,02	15,36	18,66
Rozptyl:	0,92	0,54	0,13	0,04	0,56	1,03
Směrodatná odchylka:	0,3	0,73	0,35	0,19	0,75	1,01
Variační koeficient [%]:	1,56	3,24	3,25	2,42	4,87	5,43
Horní mez 95%	19,87	23,55	11,35	8,26	16,29	19,91
Dolní mez 95%	19,13	21,73	10,49	7,78	14,43	17,41
Konfidence:	0,37	0,91	0,43	0,24	0,93	1,25

Relativní propustnost vodních par [%]:	27,18	23,72	58,48	82,7	38,68	28,08
Rozptyl:	1,16	1,17	2,98	2,16	3,8	3,29
Směrodatná odchylka:	1,08	1,08	1,73	1,47	1,95	1,81
Variační koeficient [%]:	3,97	4,57	2,95	1,78	5,04	6,46
Horní mez 95%	28,52	25,06	60,63	84,52	41,10	30,33
Dolní mez 95%	25,84	22,38	56,33	80,88	36,26	25,83
Konfidence:	1,34	1,34	2,15	1,82	2,42	2,25

Zjištěné hodnoty třetí vrstvy oděvu pro třívrstvé softshellové materiály s membránou jsou graficky vyjádřeny na obrázku č. 10, 11, 12 a 13.



Obr. č. 10 Graf závislosti výparného odporu na tloušťce- třívrstvý softshell



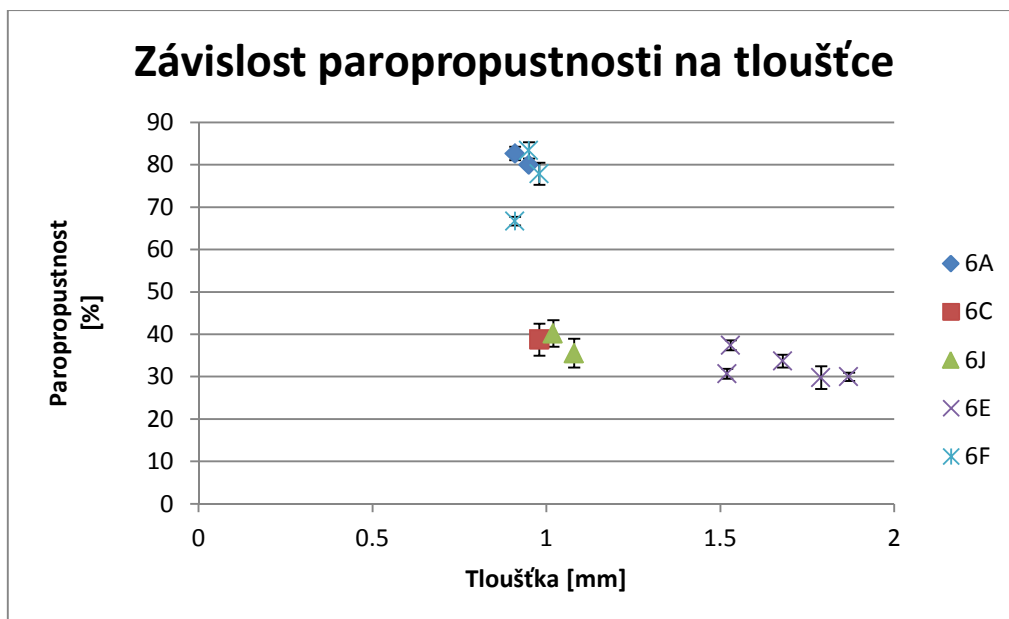
Obr. č. 11 Graf závislosti výparného odporu na plošné hmotnosti- třívrstvý softshell

Na grafu č. 10 vidíme, že výparný odpor závisí na tloušťce materiálu. Čím má textilie větší tloušťku, tím má vyšší výparný odpor. Na grafech vidíme, že chybové úsečky jsou malé. Pouze u materiálu No. 6E se vyskytla vyšší chybová úsečka u jednoho vzorku, o něm ale nemůžeme říct, že se statisticky významně odlišuje od ostatních vzorků daného materiálu.

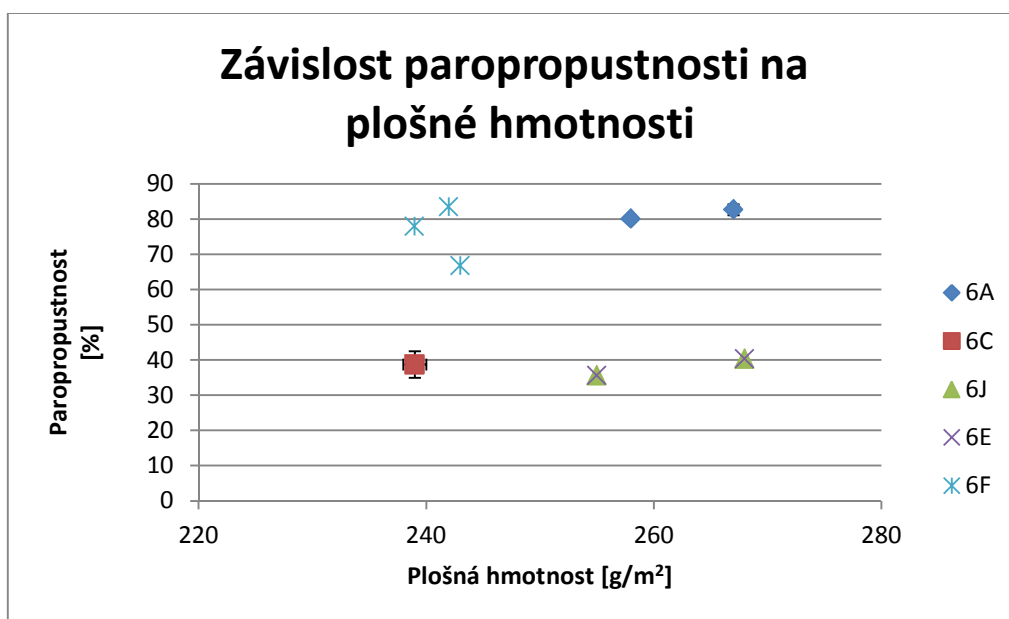
Z grafu vidíme, že nejmenší výparný odpor měl skoro shodně materiál No. 6A s materiálem No. 6F. Průměrná hodnota výparného odporu materiálu 6A pro vzorky č. 12 byla $8,38 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a u vzorku č. 13 byla $8,04 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. Průměrná hodnota výparného odporu materiálu 6F u vzorků č. 22 ($8,1 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$), 23 ($8,48 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$) a vzorek č. 24 ($9,74 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$). Tyto materiály se dostaly do škály od $6\text{-}13 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a proto je hodnotím jako dobré.

Naopak jako nejhorší dopadl materiál No. 6E. Jeho výparný odpor se pohyboval u jednotlivých vzorků v rozmezí od nejnižší $14,72 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ po nejvyšší $20,3 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. Tímto materiál se řadí do škály od $13\text{-}20 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a proto ho hodnotím jako uspokojivý. Tento materiál je z měřených vzorků jediný tkaný. Oproti pleteným materiálům dosáhl tedy nejhoršího výparného odporu.

Materiály No. 6C a 6J se svým průměrným výparným odporem $14,5 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ řadí mezi uspokojivé materiály. Svým výsledkem je v polovině měřených materiálů s membránou.



Obr. č. 12 Graf závislosti paropropustnosti na tloušťce- třívrstvý softshell

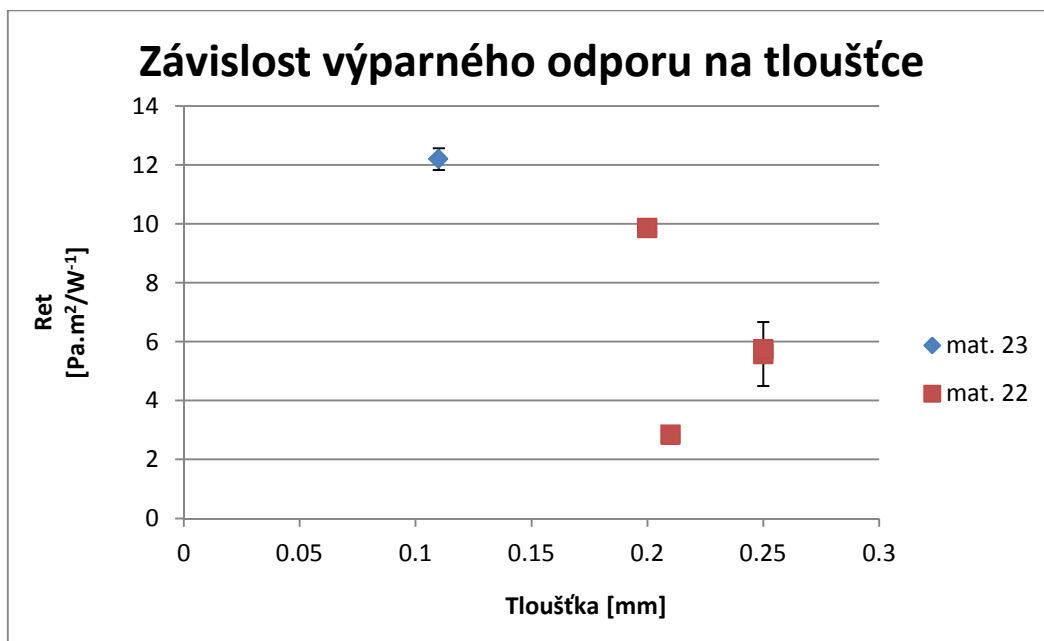


Obr. č. 13 Graf závislosti paropropustnosti na plošné hmotnosti- třívrstvý softshell

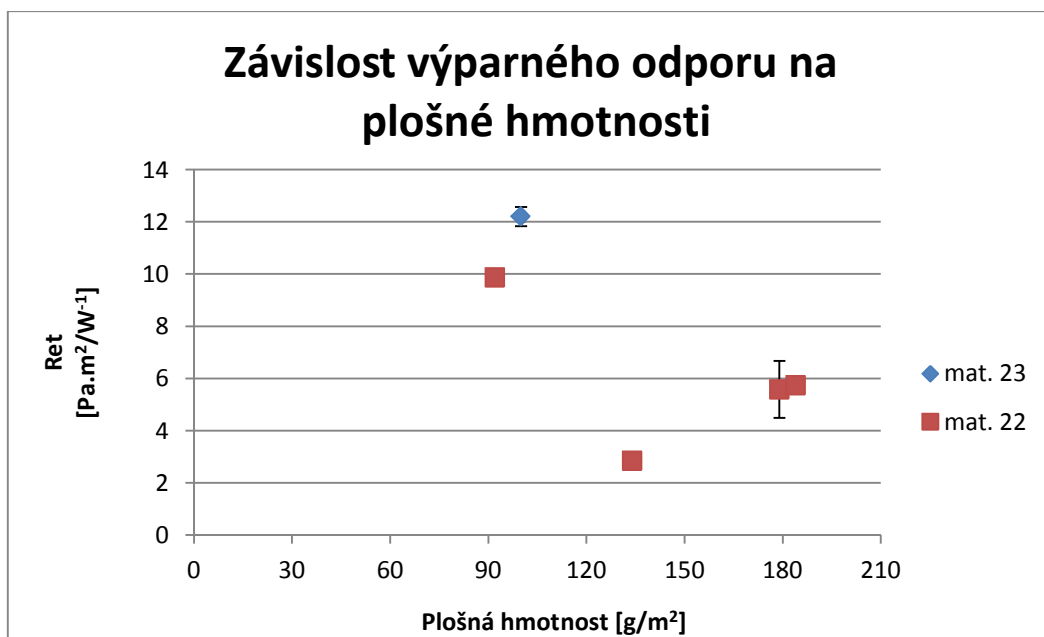
Grafy č. 12 a 13 znázorňují paropropustnost v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti. Z grafu č. 12 bychom mohli říct, že paropropustnost trochu závisí na tloušťce materiálu. Čím má textilie větší tloušťku, tím má menší paropropustnost. Jediný tkaný materiál No. 6E dosáhl nejnižší paropropustnosti v závislosti na tloušťce a nejvyššího výparného odporu v závislosti na tloušťce. Body na grafu č. 8 nevykazují žádný trend a nelze tedy potvrdit, že zde existuje závislost mezi paropropustností a plošnou hmotností. Dále na

grafech vidíme, že chybové úsečky jsou velice malé. Na měřených hodnotách tedy nebyly téměř žádné odchylky.

Zjištěné hodnoty třetí vrstvy oděvu pro materiály dvouvrstvý laminát a membránou jsou graficky vyjádřeny na obrázcích č. 14, 15, 16 a 17.



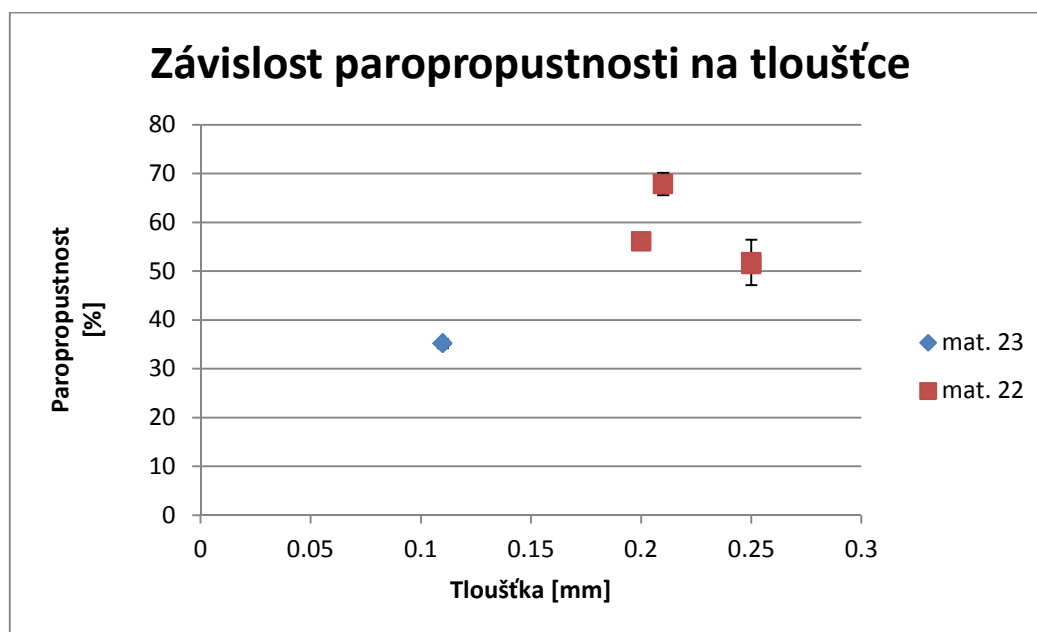
Obr. č. 14 Graf závislosti výparného odporu na tloušťce- dvouvrstvý laminát



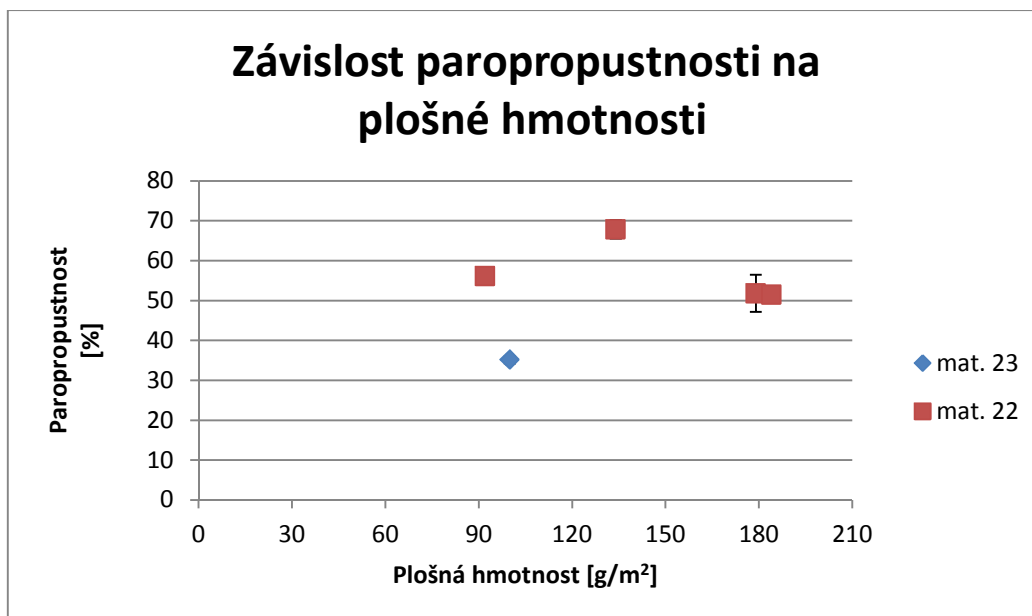
Obr. č. 15 Graf závislosti výparného odporu na plošné hmotnosti - dvouvrstvý laminát

Na grafech č. 14 a 15 jsou znázorněné závislosti výparného odporu na tloušťce a plošné hmotnosti. Na grafech vidíme, že chybové úsečky jsou velice malé, pouze u materiálu No. 22 se vyskytla menší odchylka. Na grafech body nevykazují žádný trend, nelze tedy potvrdit, že u těchto vzorků existuje závislost mezi výparným odporem a tloušťkou materiálu, či výparným odporem a plošnou hmotností.

Materiál No. 23 dosáhl výparného odporu $12,2 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a řadí se tedy do škály od 6-13 $\text{Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$, proto materiál hodnotím jako dobrý. U materiálu No. 22 se vzorky pohybují svým průměrem od 2,84-9,86 $\text{Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. Tři vzorky mají výparný odpor do 6 $\text{Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a proto, bych je řadila mezi velmi dobré. Pouze jeden vzorek má výparný odpor vyšší.



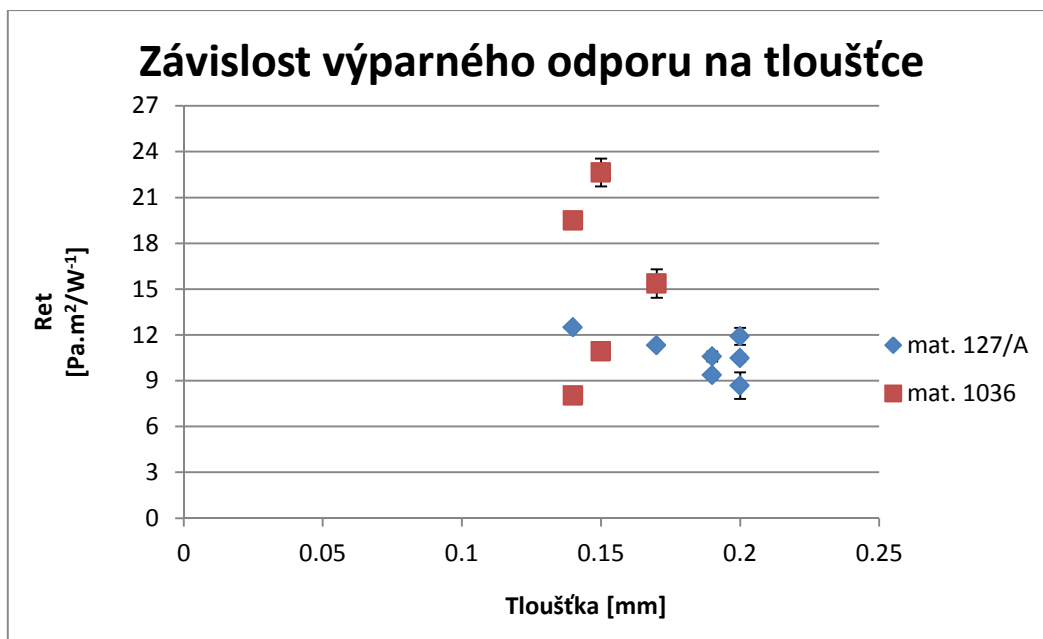
Obr. č. 16 Graf závislosti paropropustnosti na tloušťce- dvouvrstvý laminát



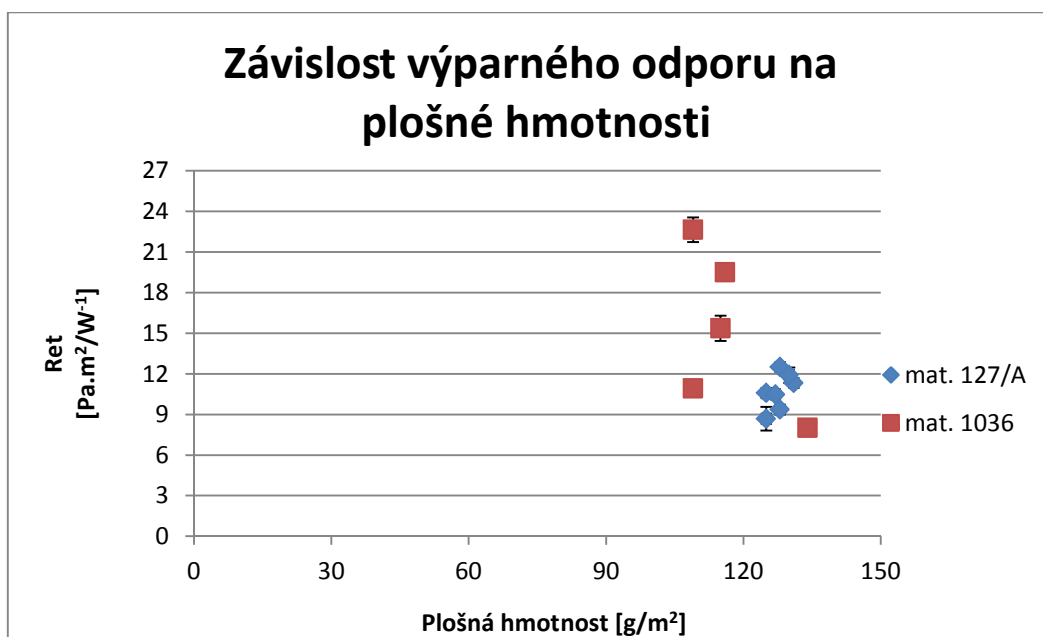
Obr. č. 17 Graf závislosti paropropustnosti na plošné hmotnosti- dvouvrstvý laminát

Grafy č. 16 a 17 znázorňují paropropustnost v závislosti na tloušťce a plošné hmotnosti. Z grafu č. 16 vidíme, že paropropustnost závisí na tloušťce materiálu. Čím má textilie větší tloušťku, tím má vyšší paropropustnost. Body na grafu č. 12 nevykazují žádný trend a nelze tedy potvrdit, že zde existuje nějaká závislost mezi paropropustností a plošnou hmotností. Dále na grafech vidíme, že chybové úsečky velice malé. Na měřených hodnotách tedy nebyly vysoké odchylky.

Zjištěné hodnoty třetí vrstvy oděvu pro materiály se zátěrem znázorněné pro větší přehlednost na obrázcích č. 18, 19, 20 a 21.



Obr. č. 18 Graf závislosti výparného odporu na tloušťce- zátěr

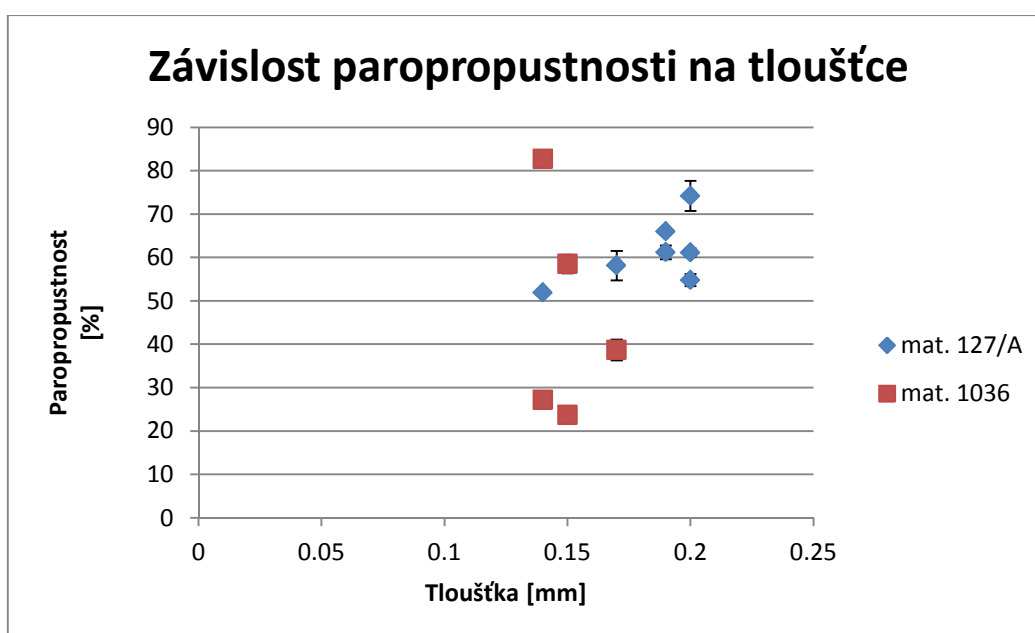


Obr. č. 19 Graf závislosti výparného odporu plošné hmotnosti- zátěr

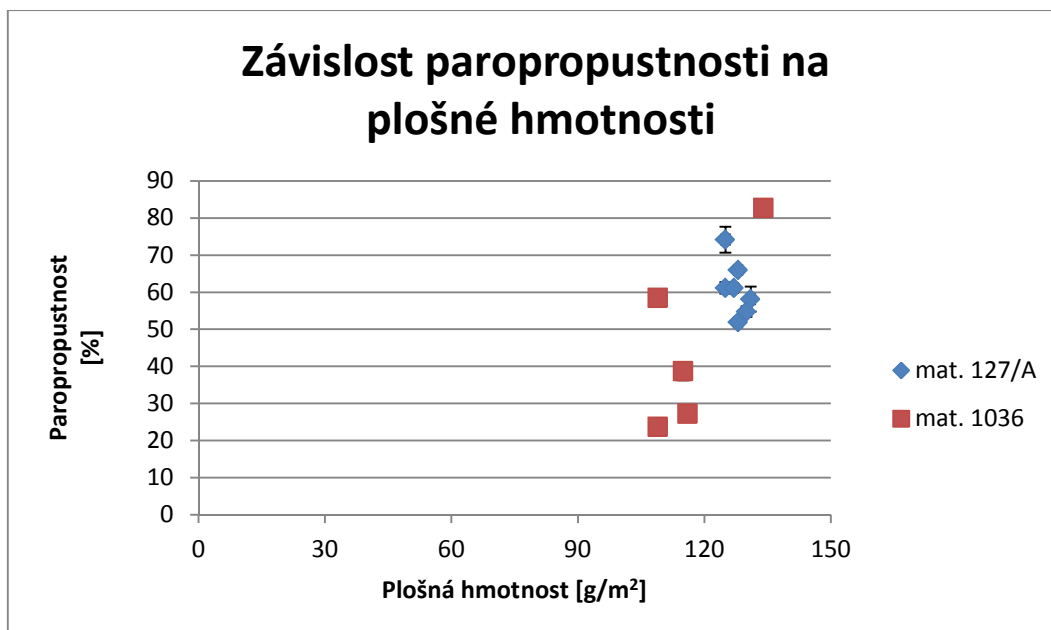
Na grafech č. 18 a 19 jsou znázorněné závislosti výparného odporu na tloušťce a plošné hmotnosti. Body nevykazují žádný trend, nelze tedy potvrdit, že u těchto vzorků existuje závislost mezi výparným odporem a tloušťkou materiálu, či výparným odporem

a plošnou hmotností. Dále na grafech vidíme, že chybové úsečky velice malé. Na měřených hodnotách tedy nebyly vysoké odchylky.

Všechny vzorky materiálu No. 127/a se dostaly do škály 6-13 Pa.m²/W⁻¹, proto materiál hodnotím jako dobrý. U materiálu No. 1036 se výparný odpor pohybuje v rozmezí od nejmenšího 8,02 Pa.m²/W⁻¹ až po 22,64 Pa.m²/W⁻¹ je tedy velmi těžké vzorky zařadit do určité škály a vyhodnotit. Dva vzorky patří do škály dobré, další dva patří do škály pro uspokojivé materiály, ale jeden materiál převýšil 20 Pa.m²/W⁻¹ a hodnotím ho tedy jako neuspokojivý. Celkově bych materiál No. 1036 zařadila do uspokojivých materiálů.



Obr. č. 20 Graf závislosti paropropustnosti na tloušťce- zátěr



Obr. č. 21 Graf závislosti paropropustnosti na plošné hmotnosti- zátěr

Na grafech č. 20 a 21 jsou znázorněné závislosti paropropustnosti na tloušťce a plošné hmotnosti. Až na jeden vzorek materiálu No. 1036 můžeme říci, čím vyšší je plošná hmotnost výrobků, tím je vyšší paropropustnost. Dále na grafech vidíme, že chybové úsečky velice malé. Na měřených hodnotách tedy nebyly vysoké odchylky.

10. DISKUSE VÝSLEDKŮ

Experimentální část se věnovala testování tří vrstev oděvu na přístroji Permetest, díky kterému byl zjištěn výparný odpor a paropropustnost. Nejdříve byly popsány jednotlivé materiály, u kterých byla naměřena pomocí přístroje Permetest relativní a absolutní paropropustnost vodních par. Dále byla zjištěna plošná hmotnost, tloušťka, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient a konfidence. Všechny materiály byly hodnoceny podle, viz. tab. č. 2- hodnocení paropropustnosti látek u metody Ret a metody MVTR.

U hodnocení první vrstvy oděvu bylo zjištěno, že veškeré materiály mají výparný odpor pod $6 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. Všechny materiály jsou proto velice komfortní. Dokonce materiál No. 12 dosáhl výparného odporu menšího než $2 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$, proto byl zhodnocen jako nejkomfortnější materiál pro první vrstvu oděvu. Z grafů také bylo zjištěno, čím má textilie větší tloušťku, tím má menší paropropustnost a čím má textilie větší tloušťku, tím má větší i výparný odpor.

U hodnocení druhé vrstvy oděvu byl hodnocen pouze jeden vzorek, který měl výparný odpor $3,42 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. Výparný odpor tedy nepřesáhl ani $6 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. Z toho vyplývá, že jeho vlastnosti jsou velmi dobré. Tento vzorek byl na rubní straně počesaný, proto se hodí jako druhá vrstva do chladnějšího počasí.

Hodnocení třetí vrstvy oděvu bylo rozděleno zvlášť pro hodnocení třívrstvého laminátu s membránou, dále na hodnocení dvouvrstvého laminátu s membránou a na závěr hodnocení materiálů se zátěrem.

Při hodnocení třívrstvého softshellu s membránou jsme podle grafů zjistili závislost výparného odporu na tloušťce materiálu. Čím má textilie větší tloušťku, tím má vyšší výparný odpor. Nejlepšího výparného odporu dosáhly materiály 6A a 6F, které byly zhodnoceny jako dobré. Nejhoršího výparného odporu ale dosáhl materiál 6E, který byl jako jediný tkaný. Tento materiál přesáhl hranici $20 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$, která byla zhodnocena jako neuspokojivá. Z grafů také bylo zjištěno, čím má textilie větší tloušťku, tím má menší paropropustnost.

U hodnocení dvouvrstvého laminátu s membránou nebyl nalezen žádný trend u vzorků v závislosti mezi výparným odporem a tloušťkou materiálu, či výparným odporem a plošnou hmotností. Nejlepšího výparného odporu dosáhl materiál No. 23 a zařadil se do škály od $6\text{--}13 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$, proto byl materiál zhodnocen jako dobrý. U materiálu No. 22 měli vzorky odlišné výparné odpory, proto bylo těžké je hodnotit. Tři vzorky mají výparný odpor do $6 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ proto by měli být zařazeny mezi velmi dobré. Pouze

jeden vzorek má výparný odpor vyšší než $6 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a měl by být zařazen do škály jako dobrý materiál. Z grafu byla zjištěna závislost paropropustnost na tloušťce materiálu. Čím má textilie větší tloušťku, tím má vyšší paropropustnost. Na druhou stranu nebyl zjištěn žádný trend, který by potvrdil, že existuje závislost mezi paropropustností a plošnou hmotností.

U hodnocení zátěrů se všechny vzorky materiálu No. 127/a dostaly do škály 6-13 $\text{Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$, proto byl materiál zhodnocen jako dobrý. Materiál No. 1036 se projevil jako horší. Velikosti výparného odporu se pohybovaly od $8,02 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ až po $22,64 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ je tedy velmi těžké vzorky zařadit do určité škály a vyhodnotit. Dva vzorky tohoto materiálu patří do škály hodnocené jako dobré materiály, další dva vzorky jsou hodnocené jako uspokojivé materiály a jeden dokonce přesáhl $20 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a byl zhodnocen jako neuspokojivý. Celkově bych materiál No. 1036 zařadila do uspokojivých materiálů. Podle grafů byla zjištěna závislost paropropustnosti na plošné hmotnosti, která se projevila tak, že čím se zvyšuje plošná hmotnost výrobku, tím se zvyšuje i paropropustnost.

Celkově z třetí vrstvy materiálu se nejlépe umístil dvouvrstvý laminát s membránou. Tyto vzorky byly tkané. Dále jako dobrý materiál se podle měření ukázal materiál se zátěrem 127/a, také tkaný. Mezi dobré materiály se zařadil pletený třívrstvý softshell s membránou. Jako nejhorší z měřených vzorků u třetí vrstvy materiálu byl zhodnocen tkaný materiál No.1036 se zátěrem, který byl zařazen do uspokojivých materiálů.

ZÁVĚR

Práce byla rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy, které jsou pro tuto práci důležité. Je zde popsán komfort textilií především se práce zabývá termofyziologickým komfortem. Dále je popsáno vrstvené oblékání, rozdíl mezi paropropustností a prodyšností. Také je vysvětlen pojem zátěr a membrána a uveden rozdíl mezi softshellovým a vrchovým materiálem. V práci pro výpočet komfortních vlastností byl použit přístroj Permetest. Pomocí tohoto přístroje se měří výparný odpor a paropropustnost.

V experimentální části je vysvětlen způsob měření vzorků pro tři vrstvy oblečení, které se provádí na přístroji Permetest. Naměřené hodnoty byly zapsány do tabulek a pro větší přehlednost a porovnání graficky znázorněny.

Hlavním cílem práce bylo zjistit, jestli všechny vzorky poskytují dostatečnou paropropustnost a prodyšnost. U první vrstvy oděvu bylo porovnáním zjištěno, že všechny vzorky se dostaly pod $6 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$. To znamená, že mají velmi dobré vlastnosti. Jejich dostatečný komfort je tedy zajištěn. U druhé vrstvy oděvu byl měřen pouze jeden vzorek. Tento vzorek také nepřesáhl $6 \text{ Pa.m}^2/\text{W}^{-1}$ a proto se také řadí mezi vzorky s velmi dobrými vlastnostmi. U poslední vrstvy oděvu byl hodnocen třívrstvý softshell s membránou, dvouvrstvý laminát s membránou a materiál se zátěrem. Nejlépe se umístil dvouvrstvý laminát s membránou, který byl označen jako dobrý. Se stejným hodnocením se umístil materiál No. 127/a. Na předposledním místě se umístil třívrstvý softshell s membránou. Jednotlivé vzorky spadají do škály pro uspokojivé materiály, pouze materiál No. 6F by se řadil mezi dobré. Jako nejhorší z měřených vzorků u třetí vrstvy materiálu byl zhodnocen materiál No.1036 se zátěrem, který byl zařazen do uspokojivých materiálů.

Seznam použité literatury:

- [1] Knížek R.: Oděvy pro sportovní a outdoorové activity, 1.vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. 39s. ISBN 978-80-7494-012-5
- [2] Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. 109 s. ISBN 80-7083-926-0
- [3] Jakoubková, D.: TYPOLOGIE MATERIÁLŮ, VŠE KOLEM TEXTILIÍ: zátěr a membrána. Dostupné z: <http://www.outdoorguide.cz/zater-a--membrana-40.html>
- [4] Softshellové bundy [online]. 2000 [cit. 2014-12-5]. Dostupné z: <http://www.softshellovbundy.eu>
- [5] Magazín o nevšedním cestování [online]. 2005 [cit. 2014-12-7]. Dostupné z: <http://www.aventuro.cz/neni-softshell-jako-softshell/>
- [6] Cestování [online]. 2014 [cit. 2014-12-7]. Dostupné z: <http://www.puxtravel.cz/clanky/obecne-clanky/softshell-aneb-obleknete-se-prakticky-a-pohodlne-z>
- [7] Hloch S., Sodomka L., Valíček J., Radvanská A.: Struktura, vlastnosti, diagnostika a technologie textilií, 1.vyd. Prešov: Vydavatelství Michala Vaška 2006. 277s. ISBN 80-8073-668-5
- [8] Růžicková D.: Oděvní materiály, 1.vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003. 221s. ISBN 55-122-02
- [9] Kyselová A. Význam prodyšnosti textilních materiálů. 2011. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. dostupné z: <http://www.kht.tul.cz/items/A-BP/2008/Kyselova%20-%20Vyznam%20prodysnosti%20textilnich%20materialu.pdf>
- [10] Macháček P., Hotmar. J.: Víte , co si oblékáte? II. Svět outdooru [online]. 12.9.2007 [cit. 2014-12-11]. Dostupné z: <http://www.hedvabnastezka.cz/vite-co-si-oblekate-ii-/>

Seznam obrázků

Obr. č. 1- Prostup tepla vedením

Obr. č. 2- Přestup tepla prouděním

Obr. č. 3- Funkce membrán

Obr. č. 4- Přístroj Permetest

Obr. č. 5- Schéma přístroje Permetest

Obr. č. 6- Graf závislosti výparného odporu na tloušťce u první vrstvy materiálu

Obr. č. 7- Graf závislost výparného odporu na plošné hmotnosti u první vrstvy materiálu

Obr. č. 8- Graf závislost paropropustnosti na tloušťce u první vrstvy materiálu

Obr. č. 9- Graf závislost paropropustnosti na plošné hmotnosti u první vrstvy materiálu

Obr. č. 10- Graf závislosti výparného odporu na tloušťce- třívrstvý softshell

Obr. č. 11- Graf závislost výparného odporu na plošné hmotnosti- třívrstvý softshell

Obr. č. 12- Graf závislost paropropustnosti na tloušťce- třívrstvý softshell

Obr. č. 13- Graf závislost paropropustnosti na plošné hmotnosti- třívrstvý softshell

Obr. č. 14- Graf závislosti výparného odporu na tloušťce- dvouvrstvý laminát

Obr. č. 15- Graf závislost výparného odporu na plošné hmotnosti- dvouvrstvý laminát

Obr. č. 16- Graf závislost paropropustnosti na tloušťce- dvouvrstvý laminát

Obr. č. 17- Graf závislost paropropustnosti na plošné hmotnosti- dvouvrstvý laminát

Obr. č. 18- Graf závislosti výparného odporu na tloušťce- zátěr

Obr. č. 19- Graf závislost výparného odporu na plošné hmotnosti- zátěr

Obr. č. 20- Graf závislost paropropustnosti na tloušťce- zátěr

Obr. č. 21- Graf závislost paropropustnosti na plošné hmotnosti- zátěr

Seznam tabulek

Tabulka č. 1- Přibližné hodnoty produkce tělesných výparů

Tabulka č. 2- Hodnocení paropropustnosti látek u metody Ret a metody MVTR

Seznam rovnic

(1) Výpočet relativní propustnosti textilií pro vodní páry

(2) Výpočet výparného odporu zkoušeného vzorku

(3) Výpočet tepelného odporu zkoušeného vzorku

(4) Aritmetický průměr

(5) Směrodatná odchylka

(6) Variační koeficient

(7) Rozptyl

(8) Horní mez 95%

(9) Dolní mez 95%